



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 10049566 A

(43) Date of publication of application: 20.02.98

(51) Int. Cl.

G06F 17/50
G06F 9/44
G06F 15/18

(21) Application number: 09053190

(22) Date of filing: 07.03.97

(30) Priority: 31.05.96 JP 08138487

(71) Applicant: TOSHIBA CORP

(72) Inventor:
IMAZAKI NAOKI
AISU HIDEYUKI
SEKINE SATOSHI
KANO MAKOTO
MAKINO KYOKO

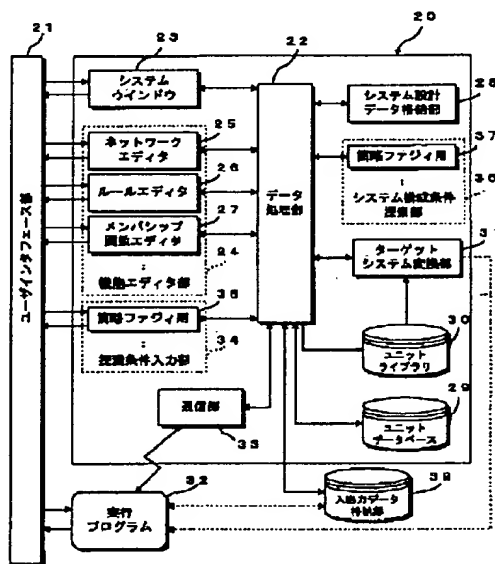
(54) SYSTEM CONSTRUCTING DEVICE, SYSTEM
CONSTRUCTING METHOD, AND MEDIUM FOR
RECORDING SYSTEM CONSTRUCTION
PROGRAM

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a system constructing device and a system constructing method capable of easily constructing a system.

SOLUTION: A user starts respective editors of a function editor part 24 by using an input device in a user interface part 21 to execute the arrangement of units constituting a system, the connection of the units through signal routes, the setting of attributes of the units, the edition of design information, and so on. A data processing part 22 stores these information in a system design data storing part 28. When the user inputs conditions for the construction of the system from a searching condition input part 34 instead of the start of the editor part 24, the construction of the system is determined within a range satisfying these conditions.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



特開平10-49566

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月20日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 17/50			G 0 6 F 15/60	6 5 0 A
9/44	5 5 4		9/44	5 5 4 K
15/18	5 4 0		15/18	6 4 0 A

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平9-53190

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月7日

(31) 優先権主張番号 特願平8-138487

(32) 優先日 平8(1996) 5月31日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 今崎 直樹

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社

東芝柳町工場内

(72) 発明者 愛須 英之

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社

東芝柳町工場内

(72) 発明者 関根 智

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社

東芝柳町工場内

(74) 代理人 弁理士 木内 光春

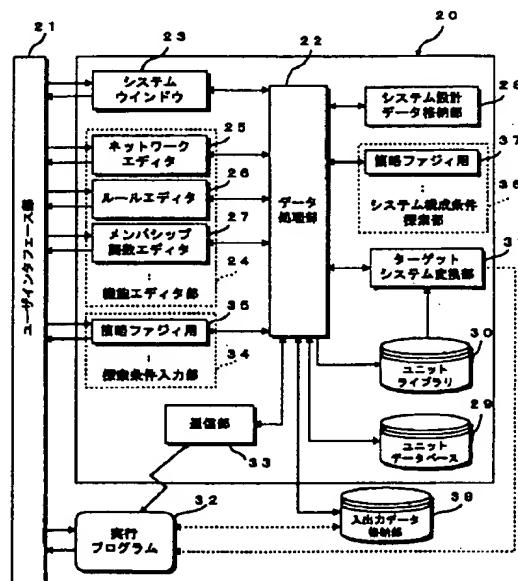
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 システム構築装置、システム構築方法、及びシステム構築プログラムを記録した媒体

(57) 【要約】

【課題】 システムを容易に構築することができるシステム構築装置及び構築方法を提供する。

【解決手段】 ユーザが、ユーザインタフェース部21の入力装置を用いて、機能エディタ部24の各エディタを起動し、システムを構成するユニットの配置及びユニットの信号経路による接続や、ユニットの属性の設定、設計情報の編集等を行う。これらの情報は、データ処理部22によりシステム設計データ格納部28に格納される。一方、ユーザが機能エディタ部24を起動する代りに、探索条件入力部34によりシステムの構築上の条件を入力すると、システム構成探索部35により、それらの条件を満たす範囲内でシステムの構成が決定される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ユーザインタフェースを用いて、複数のユニットを含むシステムを構築するためのシステム構築装置において、

前記複数のユニットから必要なユニットを選択するためのユニット選択手段と、

前記ユニット選択手段によって選択された複数のユニット同士を接続するためのユニット接続手段と、

前記ユニット接続手段によって接続された前記複数のユニット間の接続状態を信号経路として表示することによりシステムの構成状態を表示するシステム構成状態表示手段と、

当該システムを構成すべきユニットの種類及びそのユニット間の信号経路の接続についての条件を含む当該システムの構築上の条件を指定するための探索条件入力手段と、

前記探索条件入力手段によって指定される前記条件を満たす範囲で、当該システムの構成を決定するシステム構成探索手段とを具備することを特徴とするシステム構築装置。

【請求項2】 前記複数のユニットの情報を記憶するユニットデータベースを具備し、

前記ユニット選択手段は、前記ユニットデータベースに情報が記憶された前記ユニットから選択するように構成され、

前記システム構成探索手段は、前記ユニットデータベースに記憶された情報を参照して当該システムの構成を決定するように構成されたことを特徴とする請求項1記載のシステム構築装置。

【請求項3】 ユーザインタフェースを用いて、複数のユニットを含むシステムを構築するためのシステム構築装置において、

前記複数のユニットから必要なユニットを選択するためのユニット選択手段と、

前記ユニット選択手段によって選択された前記ユニットを、前記各ユニットの種類に応じて、当該種類が視覚的に識別可能なように表示するユニット表示手段と、

前記ユニット表示手段によって表示された前記複数のユニット同士を接続するためのユニット接続手段と、

前記ユニット接続手段によって接続された前記複数のユニット間の接続状態を信号経路として表示する信号経路表示手段と、

当該システムを構成すべきユニットの種類及びそのユニット間の信号経路の接続についての条件を含む当該システムの構築上の条件を指定するための探索条件入力手段と、

前記探索条件入力手段によって指定される前記条件を満たす範囲で、当該システムの構成を決定するシステム構成探索手段とを具備することを特徴とするシステム構築装置。

【請求項4】 ユーザインタフェースを用いて、複数のユニットを含むシステムを構築するためのシステム構築装置において、

前記ユニットの情報を格納するユニットデータベースと、

前記ユニット間の信号経路を接続情報として記憶する接続情報記憶手段と、

前記ユニットデータベースから必要なユニットを選択するためのユニット選択手段と、

10 前記ユニット選択手段によって選択された前記ユニットと、前記接続情報記憶手段に格納された前記接続情報とに従って、当該システムの構成状態を表示するシステム構成状態表示手段と、

前記システム構成状態表示手段に表示された前記構成状態について、前記ユーザインタフェースを用いて編集するための構成状態編集手段と、

前記構成状態編集手段によって編集された構成状態に基づいて、前記接続情報記憶手段に記憶された前記接続情報を変更する設計情報更新手段と、

20 当該システムを構成すべきユニットの種類及びそのユニット間の信号経路の接続についての条件を含む当該システムの構築上の条件を指定するための探索条件入力手段と、

前記探索条件入力手段によって指定される前記条件を満たす範囲で、前記ユニットデータベースに記憶された情報を参照して、当該システムの構成を決定するシステム構成探索手段とを具備することを特徴とするシステム構築装置。

【請求項5】 前記構成状態表示手段に表示される前記前記システムの構成状態に基づいて実行プログラムを生成する実行プログラム生成手段と、

前記実行プログラムによる実行内容を取得する実行内容取得手段とを具備し、

前記システム構成状態表示手段は、前記実行内容取得手段によって取得される前記実行プログラムの実行内容を当該システムの構成状態に対応させて表示することを特徴とすることを特徴とする請求項1、3、または4記載のシステム構築装置。

【請求項6】 前記探索条件入力手段は、当該システムを構成する前記ユニットの機能に応じてインタフェースを有することを特徴とする請求項1、3、または4記載のシステム構築装置。

【請求項7】 前記システム構成探索手段が作成する前記システムの性能を評価するシステム評価手段を具備し、

前記システム構成探索手段は、前記システム評価手段の評価に基づいて当該システムの構成を決定することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項記載のシステム構築装置。

50 【請求項8】 前記探索条件入力手段は、前記システム

の構築上の条件として当該システムの評価基準を指定するものであって、

前記システム評価手段は、前記評価基準に基づいて前記システムの性能を評価することを特徴とする請求項7記載のシステム構築装置。

【請求項9】 前記システム構成探索手段によって作成された前記システムに対し学習用の入出力データを用いて学習を行わせるシステム学習手段を具備することを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項記載のシステム構築装置。

【請求項10】 前記システムを構成する各ユニットは、それぞれ固有の機能を有し、当該ユニットに対する入力信号と出力信号との関係を表すパラメータが設定されており、前記複数のユニットは、ネットワーク構造を形成し、前記各ユニットの出力信号を順次伝播すると共に、当該ネットワークの最終的な出力信号と望ましい出力信号との誤差を表す誤差信号を、前記ユニット間で前記出力信号の伝播方向と逆方向に伝播するものであって、前記各ユニットは、前記誤差信号に基づいて前記パラメータを修正し得よう構成されたことを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項記載のシステム構築装置。

【請求項11】 ユーザインタフェースを用いて、複数のユニットを含むシステムを構築するためのシステム構築方法において、前記複数のユニットから必要なユニットを選択するためのユニット選択処理と、前記ユニット選択処理において選択された複数のユニット同士を接続するためのユニット接続処理と、前記ユニット接続処理において接続された複数のユニット間の接続状態を、信号経路として表示することによりシステム構成状態を表示するシステム構成状態表示処理と、前記ユニット選択処理と前記ユニット接続処理とが行われない場合に、当該システムを構成すべきユニットの種類及びそのユニット間の信号経路の接続についての条件を含む当該システムの構築上の条件を指定するための探索条件入力処理と、前記探索条件入力処理において指定される前記条件を満たす範囲で、当該システムの構成を決定するシステム構成探索処理とを具備し、前記システム構成探索処理は、前記探索条件入力処理において指定される前記条件を満たす範囲で、当該システムを構成すべきユニットの組合せ及び前記ユニットの適切な接続を含む当該システムの構成要素の候補を決定するシステム構成候補決定処理と、前記システム構成候補決定処理において決定された当該システムの構成要素の候補に基づいて仮の候補システムを構築する候補システム構築処理と、

前記候補システム構築処理において構築される前記候補システムの性能を評価する候補システム評価処理とを有し、

前記候補システム評価処理における評価が良好となるまで前記システム構成候補決定処理と前記候補システム構築処理と前記候補システム評価処理とを繰り返すことにより、当該システムの構成を決定することを特徴とするシステム構築方法。

【請求項12】 前記システム構成探索処理は、

10 前記候補システム構築処理において構築された前記候補システムに対し学習用の入出力データを用いて学習を行わせる候補システム学習処理を有し、前記候補システム評価処理における評価が良好となるまで前記システム構成候補決定処理と前記候補システム構築処理と前記候補システム学習処理と前記候補システム評価処理とを繰り返すことにより、当該システムの構成を決定することを特徴とする請求項11記載のシステム構築方法。

【請求項13】 ユーザインタフェースを用いて、複数のユニットを含むシステムを構築するためのシステム構築方法を実行させるためのプログラムを記録した媒体であって、

前記プログラムは、前記複数のユニットから必要なユニットを選択するためのユニット選択処理と、前記ユニット選択処理において選択された複数のユニット同士を接続するためのユニット接続処理と、前記ユニット接続処理において接続された複数のユニット間の接続状態を、信号経路として表示することによりシステム構成状態を表示するシステム構成状態表示処理と、前記ユニット選択処理と前記ユニット接続処理とが行われない場合に、当該システムを構成すべきユニットの種類及びそのユニット間の信号経路の接続についての条件を含む当該システムの構築上の条件を指定するための探索条件入力処理と、前記探索条件入力処理において指定される前記条件を満たす範囲で、当該システムの構成を決定するシステム構成探索処理とを具備し、
40 前記システム構成探索処理は、前記探索条件入力処理において指定される前記条件を満たす範囲で、当該システムを構成すべきユニットの組合せ及び前記ユニットの適切な接続を含む当該システムの構成要素の候補を決定するシステム構成候補決定処理と、前記システム構成候補決定処理において決定された当該システムの構成要素の候補に基づいて仮の候補システムを構築する候補システム構築処理と、
50 前記候補システム構築処理において構築される前記候補システムの性能を評価する候補システム評価処理とを有

し、
前記候補システム評価処理における評価が良好となるまで前記システム構成候補決定処理と前記候補システム構築処理と前記候補システム評価処理とを繰り返すことにより、当該システムの構成を決定することを特徴とするシステム構築プログラムを記録した媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、構築が容易なデータ処理システム、及びそのデータ処理システムを構築する装置並びに方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、データ処理システム（以下、単にシステムという）は、外部から信号が与えられると、必要に応じて当該システムの内部状態に基づいて、当該入力された信号に対し信号処理を施し、処理結果を表す信号を出力する。このシステムのうち、外部から与えられる信号に基づいて、所望の入出力特性が得られるよう内部状態を適応させることができるシステムが知られており、これを学習システムと呼ぶ。

【0003】このような学習システムは、入力される情報と出力する情報の対応関係を学習するシステムであるが、その典型はニューラルネットワークである。ニューラルネットワークは、生体の脳のネットワーク構造を模倣した工学的情報処理装置である。ニューラルネットワークは、例えば、制御を含む情報処理に用いられ、その構造はソフトウェア分野にも応用されている。

【0004】ここで、図17は、ニューラルネットワークの構造の一例を示す概念図である。この図に示すように、ニューラルネットワークは、多数のニューロン素子N（ユニット）を通常多段に接続したものである。そして、典型的には、各素子同士を接続する各リンク（信号経路）Lに、それぞれ刺激の伝達しやすさを示す荷重値が設定され、各素子がどのような入力信号（刺激）の組み合わせに対してどのような出力信号（反応）を生じるかは、素子ごとの関数及び関数のパラメータとして表現される。なお、一般的に、ある層の素子への入力信号は、前層の各素子の出力信号を各次元とする多次元値であるから、各リンクの荷重値は、多次元値を受領する側の素子の関数のパラメータとしても実現できる。

【0005】このようなニューラルネットワークの構築は、以下のようにして行われていた。例えばGUI（グラフィカル・ユーザ・インタフェース）を採用したCADシステム等を用いて、ネットワークの構造を定義する。すなわち、入出力層及び中間層の定義や素子間の接続関係の定義等を行う。具体的には、例えば構築しようとしているシステムを構成する複数の素子Nと上記リンクLとを画面に表示させ、それらを適宜配置していくことにより、ネットワークを構成する。

【0006】そして、ニューラルネットワークでは、入

力信号と出力信号との対応関係を各荷重値や各素子のパラメータとして学習した後蓄積し、入力信号に対して対応する出力信号を出力する。このような対応関係を学習させるための学習アルゴリズムは各種知られているが、典型的なものはバックプロパゲーション（誤差逆伝播法）である。

【0007】バックプロパゲーションでは、入力信号と、その入力信号に対する望ましい出力信号（教師情報）との組を多数用意し、入力信号に対する出力信号が教師情報に近づくように、各荷重値や、各素子のパラメータを修正していく。このための誤差の算出では、ある層の素子で算出された誤差はその前層の素子へリンクの荷重値に応じて順次伝播されるので、誤差に対して大きな影響を与えている素子のパラメータほど大きく修正される。

【0008】このような修正処理を行う修正処理手段は、従来、ニューラルネットワーク全体の構築後、ニューラルネットワークのネットワーク構造や各素子の関数やパラメータに合わせて構築し、学習システムに付加していた。すなわち、図18は、従来のニューラルネットワークと修正処理手段Mとの関係を示す概念図であり、素子Nの一部に対する修正処理を破線の矢印で示している。

【0009】図18の示すように、従来では、例えば画面上で一通りニューラルネットワークを構成した後に、そのネットワーク構造に応じて修正処理手段Mを構築していた。この修正処理手段Mは、入力信号を与えて学習システムを実行し、得られる出力信号と望ましい出力信号である上記教師情報との誤差を求め、この誤差が収束するように各素子のパラメータを修正するプログラムによって形成される。

【0010】近年では、ニューラルネットワークのファジィ推論への応用も行われる。このような応用では、ファジィ推論の各段階をネットワークの各層に対応させる。この結果、ニューラルネットワークのための上述した修正手法を用いて、各メンバーシップ関数の自動調整（学習）などが可能になる。図19は、ファジィ推論へのニューラルネットワークの応用を示す概念図である。この図において、fは関数、 Σ は代数和、 Π は代数積をそれぞれ実現する素子Nを表す。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような従来技術では、修正処理手段Mは、例えば図18もしくは図19に示すようなニューラルネットワーク全体を一通り構築した後に、そのネットワーク構造等に応じて構築していた。すなわち、ニューラルネットワークを構築し終わってから、それとは別途に修正処理用の大規模なプログラムを作成しなければならなかった。

【0012】また、各素子Nに対して修正処理を施すため、その素子Nの関数やパラメータに応じて修正処理装

置Mを設計しなければならなかった。そのため、一部の素子Nを削除もしくは変更等することによってネットワークの構造を変更した場合、修正処理手段Mを改めて設計し直さなければならないという問題があった。従って、ネットワークに修正を加える度に修正処理手段Mを構築し直す必要があり、学習システムの構築の効率化が困難であった。

【0013】また、上述したように、ニューラルネットワークをファジィ推論へ応用した場合、ネットワークの構成がより複雑となるため、修正処理手段Mの構築がより面倒となり、システムの構築の効率化が更に困難となるという問題があった。

【0014】更に、このようなシステムを構築する従来の装置では、各素子NとリンクLを選択して接続するといった単純な方法で設計を行うことができなかった。また、素子NやリンクLの接続状態をユーザが視認し易いように表示することができず、効率よくシステムを構築することができなかった。

【0015】また、従来の装置では、ユーザがシステムを構築するための条件を入力するだけで、その条件を満たす範囲内でシステムの構成を自動的に作成することができなかった。

【0016】このような問題点は、学習システムに限らず、データの処理に応じてシステムの内部構造を修正するような従来のデータ処理システム全般に言えるものである。従って、従来では、システムを単位化或いはモジュール化することは行われていても、システムを修正する手段そのものはシステムの構築後、システム全体を修正対象とする手段を改めて構築していた。

【0017】本発明は、上記のような従来技術の問題点を解決するために提案されたものであり、その目的は、システムを構成する各ユニットにそれぞれ修正手段を設けることにより、システムの構築時に修正処理手段も同時に構築することが可能であり、システムの構築及び変更を容易に実施することができるデータ処理システムを提供することにある。

【0018】また、本発明の他の目的は、ネットワーク構造のシステムとして適したデータ処理システムを提供することにある。また、このようなネットワーク構造のシステムにおいてもシステムの構築及び変更を容易に実施することができるデータ処理システムを提供することにある。

【0019】また、本発明の他の目的は、システムを構成するユニットを選択して接続するといった簡単な方法で、上記データ処理システム効率よく構築することができるシステム構築装置及び構築方法を提供することにある。

【0020】更に、本発明の他の目的は、システムの構成における条件を入力するだけで、その条件を満たす範囲内で自動的にデータ処理システムを生成することがで

きるシステム構築装置及び構築方法を提供することにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、請求項1記載のシステム構築装置は、ユーザインタフェースを用いて、複数のユニットを含むシステムを構築するためのシステム構築装置において、前記複数のユニットから必要なユニットを選択するためのユニット選択手段と、前記ユニット選択手段によって選択された複数のユニット同士を接続するためのユニット接続手段と、前記ユニット接続手段によって接続された前記複数のユニット間の接続状態を信号経路として表示することによりシステムの構成状態を表示するシステム構成状態表示手段と、当該システムを構成すべきユニットの種類及びそのユニット間の信号経路の接続についての条件を含む当該システムの構築上の条件を指定するための探索条件入力手段と、前記探索条件入力手段によって指定される前記条件を満たす範囲で、当該システムの構成を決定するシステム構成探索手段とを具備することを特徴としている。

【0022】また、請求項11記載の発明によるシステム構築方法は、請求項1記載の発明を方法の観点から表したものであって、ユーザインタフェースを用いて、複数のユニットを含むシステムを構築するためのシステム構築方法において、前記複数のユニットから必要なユニットを選択するためのユニット選択処理と、前記ユニット選択処理において選択された複数のユニット同士を接続するためのユニット接続処理と、前記ユニット接続処理において接続された複数のユニット間の接続状態を、信号経路として表示することによりシステム構成状態を表示するシステム構成状態表示処理と、前記ユニット選択処理と前記ユニット接続処理とが行われない場合に、当該システムを構成すべきユニットの種類及びそのユニット間の信号経路の接続についての条件を含む当該システムの構築上の条件を指定するための探索条件入力処理と、前記探索条件入力処理において指定される前記条件を満たす範囲で、当該システムの構成を決定するシステム構成探索処理とを具備し、前記システム構成探索処理が、前記探索条件入力処理において指定される前記条件を満たす範囲で、当該システムを構成すべきユニットの組合せ及び前記ユニットの適切な接続を含む当該システムの構成要素の候補を決定するシステム構成候補決定処理と、前記システム構成候補決定処理において決定された当該システムの構成要素の候補に基づいて仮の候補システムを構築する候補システム構築処理と、前記候補システム構築処理において構築される前記候補システムの性能を評価する候補システム評価処理とを有し、前記候補システム評価処理における評価が良好となるまで前記システム構成候補決定処理と前記候補システム構築処理と前記候補システム評価処理とを繰り返すことにより、

当該システムの構成を決定することを特徴としている。

【0023】このため、システムを構築使用とするユーザは、必要なユニットを選択してそれらを接続するだけで、システムを構築することができる。また、その接続した状態が表示されるため、接続状態を視認することができる。また、ユーザが、システムの目的に適したユニット及びそれらの接続状態を決めることができない場合であっても、目的のシステムの構成条件を入力することにより、自動的にシステムの構成が作成され得る。このため、更に効率のよいシステムの構築を実現することができる。

【0024】また、請求項2記載のシステム構築装置は、請求項1記載の発明において、前記複数のユニットの情報を記憶するユニットデータベースを具備し、前記ユニット選択手段が、前記ユニットデータベースに情報が記憶された前記ユニットから選択するように構成され、前記システム構成探索手段が、前記ユニットデータベースに記憶された情報を参照して当該システムの構成を決定するように構成されたことを特徴としている。

【0025】このため、ユニットデータベースから既存のユニットを選択することによって、容易にシステムの構築を行うことができる。

【0026】また、請求項3記載のシステム構築装置は、ユーザインタフェースを用いて、複数のユニットを含むシステムを構築するためのシステム構築装置において、前記複数のユニットから必要なユニットを選択するためのユニット選択手段と、前記ユニット選択手段によって選択された前記ユニットを、前記各ユニットの種類に応じて、当該種類が視覚的に識別可能なように表示するユニット表示手段と、前記ユニット表示手段によって表示された前記複数のユニット同士を接続するためのユニット接続手段と、前記ユニット接続手段によって接続された前記複数のユニット間の接続状態を信号経路として表示する信号経路表示手段と、当該システムを構成すべきユニットの種類及びそのユニット間の信号経路の接続についての条件を含む当該システムの構築上の条件を指定するための探索条件入力手段と、前記探索条件入力手段によって指定される前記条件を満たす範囲で、当該システムの構成を決定するシステム構成探索手段とを具備することを特徴としている。

【0027】このため、ユニットの種類に応じて例えば色を変える等により、その種類を視覚的に識別することができるようにユニットを表示するため、ユーザがユニットの種類を視認しながらシステムの構築を容易に行うことができる。また、ユーザが、システムの目的に適したユニット及びそれらの接続状態を決めることができない場合であっても、目的のシステムの構成条件を入力することにより、自動的にシステムの構成が作成され得る。このため、更に効率のよいシステムの構築を実現することができる。

【0028】また、請求項4記載のシステム構築装置は、ユーザインタフェースを用いて、複数のユニットを含むシステムを構築するためのシステム構築装置において、前記ユニットの情報を格納するユニットデータベースと、前記ユニット間の信号経路を接続情報として記憶する接続情報記憶手段と、前記ユニットデータベースから必要なユニットを選択するためのユニット選択手段と、前記ユニット選択手段によって選択された前記ユニットと、前記接続情報記憶手段に格納された前記接続情報とに従って、当該システムの構成状態を表示するシステム構成状態表示手段と、前記システム構成状態表示手段に表示された前記構成状態について、前記ユーザインタフェースを用いて編集するための構成状態編集手段と、前記構成状態編集手段によって編集された構成状態に基づいて、前記接続情報記憶手段に記憶された前記接続情報を変更する設計情報更新手段と、当該システムを構成すべきユニットの種類及びそのユニット間の信号経路の接続についての条件を含む当該システムの構築上の条件を指定するための探索条件入力手段と、前記探索条件入力手段によって指定される前記条件を満たす範囲で、前記ユニットデータベースに記憶された情報を参照して、当該システムの構成を決定するシステム構成探索手段とを具備することを特徴としている。

【0029】このため、ユニットデータベースに情報が格納されたユニットと、格納された接続情報とに基づいて、容易にシステムの構成状態を表示することができ、その表示した構成状態をユーザインタフェースを用いて編集することにより、上記接続情報を変更することができる。また、ユーザが、システムの目的に適したユニット及びそれらの接続状態を決めることができない場合であっても、目的のシステムの構成条件を入力することにより、自動的にシステムの構成が作成され得る。このため、更に効率のよいシステムの構築を実現することができる。

【0030】また、請求項5記載のシステム構築装置は、請求項1、3、または4記載の発明において、前記構成状態表示手段に表示される前記システムの構成状態に基づいて実行プログラムを生成する実行プログラム生成手段と、前記実行プログラムによる実行内容を取得する実行内容取得手段とを具備し、前記システム構成状態表示手段が、前記実行内容取得手段によって取得される前記実行プログラムの実行内容を当該システムの構成状態に対応させて表示することを特徴としている。

【0031】このような請求項5記載の発明によれば、実行プログラムの実行内容を、システム構成状態表示手段に反映させることができるため、ユーザは、システムを構築しながら実行プログラムの実行内容を視認することができる。

【0032】また、請求項6記載のシステム構築装置は、請求項1、3、または4記載の発明において、前記

探索条件入力手段が、当該システムを構成する前記ユニットの機能に応じてインタフェースを有することを特徴としている。

【0033】このような請求項6記載の発明によれば、システムを構成するユニットの機能に応じてインタフェースが設けられているため、ユーザは、目的のシステムの種類に応じてユニットの属性の種類等を入力することができる。

【0034】また、請求項7記載のシステム構築装置は、請求項1乃至6のいずれか1項記載の発明において、前記システム構成探索手段が作成する前記システムの性能を評価するシステム評価手段を具備し、前記システム構成探索手段が、前記システム評価手段の評価に基づいて当該システムの構成を決定することを特徴としている。

【0035】このような請求項7記載の発明によれば、ユーザが入力する当該システムの構築上の条件を満たす範囲で当該システムの構成が生成されると、そのシステムの性能が評価され、評価の結果良好であると判断された場合に、そのシステムの構成が決定される。このとき、例えば、ユーザが探索条件としてシステムの評価基準を入力しておき、この評価基準に基づいてシステムの評価がなされるようにしてもよい。このような評価を行うことにより、所望の目的をより満たすことができるシステムが提供され得る。

【0036】また、請求項8記載のシステム構築装置は、請求項7記載の発明において、前記探索条件入力手段が、前記システムの構築上の条件として当該システムの評価基準を指定するものであって、前記システム評価手段が、前記評価基準に基づいて前記システムの性能を評価することを特徴としている。

【0037】このような請求項8記載の発明によれば、ユーザが当該システムの評価基準を指定すると、この評価基準に基づいて当該システムの性能が評価される。従って、任意に当該システムの性能を設定することができる。

【0038】また、請求項9記載のシステム構築装置は、請求項1乃至8のいずれか1項記載の発明において、前記システム構成探索手段によって作成された前記システムに対し学習用の入出力データを用いて学習を行わせるシステム学習手段を具備することを特徴としている。

【0039】このような請求項9記載の発明によれば、自動的に構成が作成されたシステムに対し、学習用の入出力データを用いた学習がなされる。これにより、例えば、システムを構成するユニットがそれぞれパラメータを有する場合に、学習によってそのパラメータの修正がなされる。従って、よりユーザの目的を満足するシステムの構築が可能となる。

【0040】また、請求項10記載のシステム構築装置

は、請求項1乃至9のいずれか1項記載の発明において、前記システムを構成する各ユニットが、それぞれ固有の機能を有し、当該ユニットに対する入力信号と出力信号との関係を表すパラメータが設定されており、前記複数のユニットが、ネットワーク構造を形成し、前記各ユニットの出力信号を順次伝播すると共に、当該ネットワークの最終的な出力信号と望ましい出力信号との誤差を表す誤差信号を、前記ユニット間で前記出力信号の伝播方向と逆方向に伝播するものであって、前記各ユニットが、前記誤差信号に基づいて前記パラメータを修正し得るよう構成されたことを特徴としている。

【0041】このような請求項10記載の発明によれば、各ユニットのパラメータが修正可能のように構成されているため、システムを構築する際に各ユニットを接続するだけで実現することができる。また、システム全体の修正は、ユニット毎の処理の集合として実現することができる。

【0042】また、請求項12記載のシステム構築方法は、請求項11記載の発明において、前記システム構成探索処理が、前記候補システム構築処理において構築された前記候補システムに対し学習用の入出力データを用いて学習を行わせる候補システム学習処理を有し、前記候補システム評価処理における評価が良好となるまで前記システム構成候補決定処理と前記候補システム構築処理と前記候補システム学習処理と前記候補システム評価処理とを繰り返すことにより、当該システムの構成を決定することを特徴としている。

【0043】このため、候補システムに対して学習を行わせ、システムの評価が良好となるまで構成要素の候補の決定と学習と評価とを繰り返す。これにより、よりユーザの目的を満足するシステムの構築が可能となる。

【0044】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面に基づいて具体的に説明する。なお、本実施形態は、プログラムがコンピュータを制御することで実現され、プログラムやコンピュータ自体の構成は種々考えられるので、本発明の各機能に対応する仮想的回路ブロックや処理のまとまりを想定して説明する。

【0045】A. システムの構成、作用及び効果

(1) システムの構成

本実施の形態によるシステムは、主として、簡単な処理機能をもつユニットのネットワークとして構成されるものとする。また、システムが本来要求される信号手順を実行する信号処理機能を、順方向処理と呼ぶ。更に、目的の入出力特性を得るために内部状態を変更する機能を、逆方向処理と呼ぶ。本実施の形態によるシステムは、順方向処理の機能と逆方向処理の機能とを有する。なお、本実施の形態は、請求項1～10記載のデータ処理システムに対応するものである。

【0046】図1は、本実施形態における学習システム

10

20

30

40

50

(以下、単にシステムSという)の構成の一例を概念的に示す機能ブロック図である。この図に示すように、システムSは、信号経路1で相互に接続された複数のユニット2を含む。本システムSは、入力端子に入力信号ISが入力されると、それを順次伝播させ、出力信号OSとして出力する順方向処理を行うようになっている。また、逆に、出力端子に誤差信号OS'が入力されると、逆方向に伝播させ、入力端子に誤差信号IS'として出力する逆方向処理を行うようになっている。

【0047】また、制御部3は、外部から動作メッセージMESが与えられると、演算順序管理部4に記憶された動作順序情報ORDに基づいて各ユニット2に動作メッセージMESを送出する。ここで、外部とは、このシステムSを有するシステム全体の制御装置、もしくは、ユーザがコマンドを入力する入力手段等を含む。なお、この具体的態様の一例は、オブジェクト指向プログラミングにおいて、各ユニット2を個々のインスタンスとし、制御部3の機能を果たす別のインスタンスから、各ユニット2にメッセージを送信することである。

【0048】また、図2は、各ユニット2の具体的構成を示す機能ブロック図である。この図に示すように、各ユニット2には、図1に示す信号経路1との間で情報を授受するための上流端子5及び下流端子6が設けられている。これら上流端子5及び下流端子6は、図2では各1つつ設けられているが、これに限らず、図1に示すようにユニット2毎に複数設けるようにしてもよい。また、上流端子5及び下流端子6は、上流側から下流側のみならず、下流側から上流側へも信号を伝達するように構成されている。

【0049】一方、図1に示す信号経路1は、制御部3の動作メッセージMESを受けて動作するのではなく、接続されている一方のユニット2の動作が完了したイベントをトリガとして動作を開始するようになっている。信号経路1は、一方のユニット2の下流端子6もしくは上流端子5から出力される順方向出力信号FWOSもしくは逆方向出力信号BWOSを、他方のユニット2の上流端子5もしくは下流端子6に直ちに送出するようになっている。

【0050】また、上流端子5及び下流端子6は、ユニット2の内部からの信号、すなわち順方向出力信号FWOSもしくは逆方向出力信号BWOSを受けたとき、それらの内容を保持するとともに信号経路1に送出する。一方、ユニット2の外部から信号を受けたときには、その内容を保持し、ユニット2内部の各部からアクセスされたときに信号を引き渡すようになっている。

【0051】また、各ユニット2には、上述した順方向処理を実行する演算部7と、その順方向処理に用いられる順方向動作パラメータPRM(以下、単にパラメータPRMという)を記憶するパラメータ記憶部8とが設けられている。演算部7は、上流端子5から入力される順

方向入力信号FWISとパラメータ記憶部8に記憶されたパラメータPRMとに基づいて順方向処理演算を実行した後、演算結果を順方向出力信号FWOSとして下流端子6に送出する。この演算部7の演算内容及びパラメータPRMは、各ユニット2の機能に応じて設定されている。従って、図1に示す各ユニット2の機能を異ならせることもでき、また、同一の層のユニット2が同一の機能を持つようにすることもできる。

【0052】更に、各ユニット2には、上記パラメータ記憶部8のパラメータPRMを更新して学習を行う、すなわち、上述した逆方向処理を行う学習部9が設けられている。この学習部9は、上記逆方向処理のための修正情報MDISを生成する生成部10と、修正情報MDISを記憶する修正情報記憶部11と、修正情報MDISに基づいて上記パラメータPRMを修正する修正部12とを有している。

【0053】上記生成部10は、下流端子6から入力される逆方向入力信号BWIS、すなわちユニット2間で伝播される誤差を表す誤差信号OS'と、パラメータ記憶部8に記憶されたパラメータPRMとに基づいて、生成処理演算を実行した後、演算結果を逆方向出力信号BWOSとして上流端子5に送出する。また、修正情報MDISを修正情報記憶部11に送出する。具体的には、下流から入力された誤差、すなわち逆方向入力信号BWISに対して、自己のパラメータPRMの関与分を考慮した誤差を表す逆方向出力信号BWOSを上流へ出力する。これが、上流側のユニット2の下流端子6に誤差信号OS'として入力される。

【0054】ここで、上記生成部10は、誤差信号OS'とパラメータ記憶部8に記憶されたパラメータPRMに加えて、演算部7が保持する情報(例えば、順方向入力信号FWISや順方向出力信号FWOS)に基づいて、生成処理演算を実行してもよい。

【0055】また、上記修正部12は、修正情報記憶部11に記憶された修正情報MDISと、パラメータ記憶部8に記憶されたパラメータPRMとに基づいて、修正処理演算を実行する。具体的には、下流から入力された誤差、すなわち逆方向入力信号BWOSに基づき、自己のパラメータPRMをどれだけ修正すれば誤差が少なくなるかを演算し、その結果を新たなパラメータPRMとしてパラメータ記憶部8に格納する。

【0056】また、各ユニット2は、ユニット2内の各部の動作を制御する制御部13を有する。制御部13は、図1に示すユニット2の外部に設けられた制御部3から送出される動作メッセージMESに基づいて、各部に動作指示を送信するようになっている。すなわち、演算部7には順方向動作指示FWMを送出し、生成部10には逆方向動作指示BWMを送出し、また、修正部12には修正動作指示MDMを送出する。

【0057】ここで、図3に示すように、図1に示すシ

10

20

30

40

50

システムSを下位のユニットとして用い、更に上位のシステムSを構成することによって、システムS全体を階層構造とすることができる。

【0058】(2) システムSの作用及び効果

次に、上述した本実施の形態によるシステムSの作用について説明する。

(2-1) システムSの動作

まず、図1に示すシステムSは、概念的には、以下のよう動作する。

【0059】[順方向処理] 図4(a)は、システムSが順方向処理を行う場合の動作を示す概念図である。同図に示すように、学習システムSの入力端子に入力信号ISが与えられると共に、制御部3に対して外部から順方向処理を指示する動作メッセージMESが送られてくると、制御部3は、演算順序に応じた順番に各ユニット2に対して、順方向処理を指示する動作メッセージMESを送出する。これにより、入力信号ISは、信号経路1を伝播して、信号経路1に接続されたユニット2に入力される。また、各ユニット2から出力される信号も、信号経路1を伝播して後段のユニット2又は出力端子に伝えられ、出力信号OSとして出力される。

【0060】ここで、システムS内のユニット2が階層構造を有しており、ユニット2の内部に同様のシステムSが形成されている場合には、当該ユニット2に順方向処理を指示する動作メッセージMESが与えられたとき、そのユニット2内のシステムSにおいて図1に示すシステムS全体と同様の処理が再帰的に繰り返される。

【0061】例えば、図4(a)に示すような場合には、(1)～(9)の順序で動作メッセージMESが送られるものとする。それにより、当該順序で各ユニット2が動作、すなわち図2に示す演算部7による順方向処理演算を行い、入力信号ISが入力端子側から出力端子の方向に流れる。その結果、当該出力端子に、順方向処理の演算結果である出力信号OSが得られる。

【0062】なお、ここでは、各ユニット2の動作を(1)～(9)の順序で順次行うこととしたが、これに限らない。すなわち、並列的に動作可能なユニット2については、並列に動作するようにしてもよい。これは、以下に示す逆方向処理の場合についても同様である。

【0063】[逆方向処理] また、図4(b)は、システムSが逆方向処理を行う場合の動作を示す概念図である。同図に示すように、システムSの出力端子に誤差信号OS'が与えられると共に、制御部3に対して外部から逆方向処理を指示する動作メッセージMESが送られてくると、制御部3は、演算順序に応じた順番に各ユニット2に対して、逆方向処理を指示する動作メッセージMESを送出する。

【0064】例えば、図4(b)に示すような場合には、(1)～(9)の順序で動作メッセージMESが送られるものとする。それにより、当該順序で各ユニット

2において、図2に示す生成部10による生成処理演算及び修正部12による修正処理演算が行われる。すなわち、生成部10により、逆方向入力信号BWISとパラメータPRMとに基づいて当該ユニット2における誤差である逆方向出力信号BWOSが算出される。この逆方向出力信号BWOSは、次の層が存在するときは、次の層のユニット2の誤差信号OS'として順次伝達される。

【0065】このようにして、誤差信号OS'が出力端子側から入力端子の方向に流れる。その結果、各ユニット2において、修正情報記憶部11に修正情報MDISが蓄積されると共に、パラメータ記憶部8に記憶されたパラメータPRMが修正される。また、入力端子には、前段のシステムSに送出されるべき誤差信号IS'が得られる。

【0066】(2-2) システムSの学習

次に、このような順方向処理及び逆方向処理の機能を有するシステムSにおける学習動作について説明する。学習は、入力信号ISと、この入力信号ISに対応すべき出力信号OSである出力信号(教師情報)とを組にしたデータセットを用いて行い、データセットは通常複数組用いる。

【0067】ここで、図5は、学習の手順を示すフローチャートである。まず、システムSを有するシステム全体の図示しない制御手段は、初期化処理後(ステップ51)、データセットのカウンタをリセットする(ステップ52)。次に、上記制御手段(もしくはユーザ)は、全てのデータセットを選択したか否かを判断し(ステップ53)、全てのデータセットを選択するまで順次選択する(ステップ54)。

【0068】次に、上記制御手段(もしくはユーザ)は、制御部3に動作メッセージMESを送信することにより、選択したデータセットの入力信号ISに基づいて出力信号OSを演算する上述した順方向処理を行わせる(ステップ55)。すなわち、図2に示す各ユニット2において、演算部7は、パラメータPRMに基づいて順方向入力信号FWISに対応する順方向出力信号FWOSを生成する。この順方向出力信号FWOSは、次の層が存在するときは、次の層のユニット2に入力信号ISとして順次伝達される。

【0069】次に、得られた出力信号OSと教師情報とに基づいてバックプロパゲーション(誤差逆伝播法)による上述した生成処理を行う(ステップ56)。すなわち、上記出力信号OSと教師情報とに基づいて誤差信号OS'を生成し、システムSの出力端子に入力する。これにより、各ユニット2において修正情報MDISが生成され蓄積される。

【0070】このとき、各層のユニット2では、出力信号OSと教師情報の誤差及び荷重値を含むパラメータPRMから、当該層の各ユニット2毎の誤差が算出され、

この誤差が前層の各ユニット2に伝播される。各ユニット2では、このように伝播される誤差に基づいてパラメータPRMの修正量が算出され、算出された修正量が修正情報MDISに加算される。

【0071】そして、上記制御手段は、データセットのカウンタをインクリメントし（ステップ58）、制御手段（もしくはユーザ）は、再び全てのデータセットを選択したか否かを判断する（ステップ53）。全てのデータセットを選択するまで上記ステップ53～ステップ57の処理を繰り返し、全てを選択したと判断すると、制御部3は、各ユニット2におけるパラメータPRMの修正処理を行う（ステップ58）。すなわち、図2において、各ユニット2の制御部13は、上記制御部3から修正処理を指示する動作メッセージMESを受け取ると、修正部12に対し修正動作指示MDMを送出する。これにより、修正部12は、修正情報記憶部11に蓄積された修正情報MDISに基づいて、パラメータPRMを修正する。

【0072】このような修正処理の後、制御部13は、修正情報記憶部11の修正情報MDISを初期化する。そして、制御部3は、システムS全体の誤差が所定の範囲に収束するなど所定の条件が満たされたか否かを判断し（ステップ59）、所定の条件が満たされていない場合は、ステップ52からの処理を繰り返す。なお、修正処理（ステップ58）は、ひとつのデータセットごとに、生成処理（ステップ56）に続いて施すようにしてもよい。

【0073】（2-3）システムSの構築

次に、上述したシステムSを構築する手順の概略について説明する。図6は、本実施の形態によるシステムSを構築する手順を示す概略図である。すなわち、この手順では、ユーザは、目的のシステムSに必要な要素、すなわち、ユニット2及び信号経路1を順次選択し（ステップ62）、選択し終えた後（ステップ64）、要素同士を接続し（ステップ65）、演算順序を制御手段（システムSを構築する装置の有する制御手段）に登録する（ステップ66）。

【0074】また、既存のユニット2及び信号経路1は予めライブラリに登録しておき、このライブラリから選択して利用する（ステップ61、62）。一方、新たなユニット2及び信号経路1は、新規に作成して用いる（ステップ63）。また、ユニット2及び信号経路1の新規作成の際には、当該要素に係る演算部7の動作内容（順方向処理）、生成部10の動作内容（逆方向処理）、及び修正部12の動作内容（修正処理）は、関数型や手続き型等の所定の形式で記述する。また、各ユニット2間の演算順序は、信号の依存関係を考慮し、入力信号から出力信号へ至る情報の流れに沿って決定する。

【0075】以上のように、本実施の形態によるシステムSは、当該システムSを構成するユニット2自体が、

順方向処理を実行する機能と逆方向処理を実行する機能とを兼ね備えている。そのため、本実施の形態によるシステムSによれば、以下のような効果が得られる。すなわち、システムSの構成は、信号経路1により互いに接続されたユニット2の集合となっており、その動作は順方向処理、逆方向処理ともに、制御部3からのメッセージ送信によりユニット2を同期させながら行う。このように、制御部3によって各ユニット2が制御されることにより出力信号OSの演算や学習など、必要な動作が容易に実現される。例えば、誤差逆伝播法による学習の際は、各ユニット2の学習部9は順方向処理時とは逆のユニット2の順序で、順次動作するよう自動的に制御される。

【0076】また、各ユニット2毎に学習部9を有するため、システムSの構築は各ユニット2の接続のみで行うことができる。また、システムS全体の学習及び修正は、ユニット2毎の処理の集合として実現することができる。このとき、誤差等の情報はユニット2間で伝達されるが、ユニット2単位の学習動作はユニット2内で完結する。このため、学習や修正の手段を、システムSの構築後や変更後に、システムS全体に対して設計する必要がなく、システムSの構築が容易となる。従って、本実施の形態において、システムSの構築は、各ユニット2について独立に行うことができるため、構築するための装置は、各ユニット2の編集機能と全ユニット2を接続する機能があればよく、構成を単純化することができる。

【0077】更に、本実施の形態では、修正情報MDISに基づいてパラメータPRMが修正されるため、誤差逆伝播法（バックプロパゲーション）等の単純な手法で学習を実現させることができる。

【0078】B. システム構築装置の構成、作用及び効果

（1）システム構築装置の構成

次に、上述したシステムSを構築する本実施の形態によるシステム構築装置の構成について説明する。本実施の形態は、請求項1～11記載のシステム構築装置に対応するものである。

【0079】図7は、本実施の形態によるシステム構築装置20の構成を示す機能ブロック図である。同図において、21はユーザインタフェース部であり、例えばCRTディスプレイ等の表示装置と、キーボード及びマウス等の入力装置とを有する。システム構築装置20は、このユーザインタフェース部21を介してユーザと情報のやり取りを行うようになっている。なお、上記表示装置として液晶ディスプレイ等、及び上記入力装置のマウスに代わってライトペン等、他の入出力装置であってもよい。

【0080】図7において、22はデータ処理部であり、ユーザインタフェース部21を介して入力される各

種コマンドに応じて、コマンドの解析、入力された設計情報の加工等の処理を実行する。この処理の結果は、システム構築装置20内の各部に送出される。また、23はシステムウインドウであり、ユーザインタフェース部21を介して、ユーザとシステムSの構築のための操作情報のやり取りを行う。すなわち、ユーザインタフェース部21によりユーザがコマンドを入力すると、これをデータ処理部22に送出する。また、データ処理部22からデータが送られてきた場合は、その内容をユーザインタフェース部21に送出し、例えば表示装置に表示させる等の処理を行う。このシステムウインドウ23は、ユーザにとってシステム構築装置20の見かけ上の本体として扱われる。

【0081】24は機能エディタ部であり、例えばネットワークエディタ25、ルールエディタ26、及びメンバシップ関数エディタ27等の複数の機能エディタを有している。機能エディタ部24は、ユーザインタフェース部21を介してユーザとシステムSの設計情報をやり取りするようになっている。また、機能エディタ部24に属する各機能エディタは、システムSを構成する各ユニット2の機能に対応して適切なインタフェースを有している。従って、ユニット2の機能に応じた機能エディタが割り当てられる。

【0082】機能エディタ部24は、ユーザにより、ユーザインタフェース部21を介してシステムSの設計情報が入力されると、これをデータ処理部22に送出する。また、データ処理部22から設計情報が送られてきた場合には、その内容を反映させ、例えばユーザインタフェース部21の表示装置に表示させる等の処理を行う。

【0083】図7において、28はシステム設計データ格納部であり、データ処理部22が処理するシステムSの設計情報を格納する。当該設計情報の管理は、上述した各ユニット2単位に行われる。なお、この設計情報の具体的な内容については、後述する。

【0084】また、29はユニットデータベースであり、ユーザがシステムSの設計情報を編集もしくは確認する際、各ユニット2に必要な設計情報、及び、そのユニット2についての設計情報を編集もしくは確認するのに適切な機能エディタの定義が格納されている。従って、上記データ処理部22は、ユーザからあるユニット2についてエディタの起動要求を受けると、ユニットデータベース29を参照して、当該ユニット2の機能に適切な機能エディタを探す。

【0085】更に、30はユニットライブラリであり、目的のシステムSを具現化する際に必要となる各ユニット2のテンプレートを集めたライブラリである。各テンプレートは、各ユニット2の設計情報の具体値を与えられることにより具現化される。各ユニット2のテンプレートには、図2に示す演算部7、生成部10及び修正部

12の処理内容の定義が含まれている。

【0086】31はターゲットシステム変換部であり、システム設計データ格納部28に格納された設計情報に基づいてユニットライブラリ30のテンプレートをリンクすることにより、実行プログラム32を生成する。これにより、目的のシステムSを具現化する。ここで、上記実行プログラム32は、システム構築装置20によって設計されたシステムSの実体であり、システム構築装置20とは別のプログラムとして動作するようになっている。

【0087】更に、33は通信部であり、システム構築装置20が実行プログラム32との間で通信を行う部分である。すなわち、通信部33は、実行プログラム32による実行内容をデータ処理部22に送出すると共に、データ処理部22からの指示をシステムSに伝達するようになっている。

【0088】また、34は探索条件入力部であり、ユーザがユーザインタフェース部21を介して、構築対象であるシステムSを構成すべきユニットの種類、ユニットの間の信号経路1の接続において満たすべき条件、及びシステムSの評価基準等の探索条件を入力すると、それらを取り込むようになっている。また、探索情報入力部34は、システムSを構成する各ユニット2の機能に対応して適切なインタフェースを有している。従って、ユニット2の機能毎に入力部が設定されており、ユーザがユニット2に応じた探索条件の入力部を選択するようになっている。例えば、システムSが簡略型ファジィ推論システムである場合、ユーザは簡略型ファジィ用入力部35を選択する。

【0089】探索情報入力部34は、ユーザにより、ユーザインタフェース部21を介して上記探索条件が入力されると、これをデータ処理部22に送出する。また、データ処理部22から情報が送られてきた場合には、その内容を反映させ、例えばユーザインタフェース部21の表示装置に表示させる等の処理を行う。

【0090】更に、36はシステム構成探索手段であり、探索情報入力部34により上記探索条件が入力されると、その入力された条件を満たす範囲で、構築対象のシステムSを構成すべきユニット2の組合せ、ユニット2間の適切な接続、及び当該ユニット2のパラメータPRM等のシステムSの構成要素を作成する。このシステムSの構成要素の決定方法はシステムSの種類によって異なるため、システムSの種類に応じた探索手段が設定される。例えば、システムSが上記のように簡略型ファジィ推論システムである場合、簡略型ファジィ用探索手段37が割り当てられる。システム構成探索手段36は、上記システムSの構成要素を作成した後、例えばターゲットシステム変換部31等を用いて仮の候補システムの実行プログラム32を生成し、その候補システムに対して学習及び評価を行う。

【0091】また、38は入出力データ格納部であり、システム構成探索手段36が上記候補システムに対して学習を行う際に使用する学習用入出力データを格納する。システム構成探索手段36は、この学習用入出力データを用いて候補システムの学習を行い、候補システムに含まれるユニット2のパラメータPRMを変更するようになっている。また、入出力データ格納部38には、データ処理部22が上記学習後の候補システムに対して評価を行う際に使用するテスト用入出力データを格納する。データ処理部22は、このテスト用入出力データを用いて候補システムの入出力データの同定精度を調べる等の方法により、候補システムの良さを評価するようになっている。

【0092】〔機能エディタ部24〕次に、機能エディタ部24の詳細について説明する。本実施の形態では、上述したように、機能エディタとしてネットワークエディタ25、ルールエディタ26、及びメンバシップ関数エディタ27が設けられているものとする。

【0093】①ネットワークエディタ25

まず、ネットワークエディタ25について示す。ネットワークエディタ25は、ユニット2を信号経路1によって接続するためのエディタである。このネットワークエディタ25により、ユーザは目的のシステムSの構成を設計する。すなわち、図1に示すようなネットワークの構成を編集する。また、上述したように、ユニット2は内部に更にユニット2のネットワーク（階層構造）をもつことができる。このような機能をもつユニット2に対する機能エディタとして、ネットワークエディタ25が割り当てられる。このため、システムSが複雑な構造をもっている場合にも、ネットワークエディタ25によって適切な階層構造が与えられ、機能的なシステム構成を一貫した操作で実現することができる。

【0094】②ルールエディタ26

次に、ルールエディタ26について示す。ルールエディタ26は、あるユニット2が、ファジイ推論のようなIF-THENルールに基づく推論を実行する機能を有している場合に、そのIF-THENルールを設計及び変更するためのエディタである。ここでは、1つのユニット2に、複数のIF-THENルールを持たせることができる。また、IF-THENルールの設計情報は、ルールを構成する命題と当該命題を構成するラベルのリストと、それらの組合せとで表現される。このルールエディタ26は、ファジイシステムの設計において重要な機能であり、推論機構をユニット2の1機能として実現することにより、システムSの1パターンとしてファジイシステムを構築することができるようになる。

【0095】③メンバシップ関数エディタ27

次に、メンバシップ関数エディタ27について示す。メンバシップ関数エディタ27は、あるユニット2がファジイ論理のメンバシップ関数を表現及び評価する機能を

有している場合に、そのメンバシップ関数を設計及び変更するためのエディタである。この場合も、1つのユニット2に、複数のメンバシップ関数を持たせることができる。また、メンバシップ関数の設計情報は、メンバシップ関数の形状を特徴づけるパラメータ（以下、定義パラメータと呼ぶ）の組として表現される。このメンバシップ関数エディタ27は、学習機能を有するファジイシステムの設計には不可欠な機能であり、メンバシップ関数をユニット2の1機能として実現することにより、システムSの1パターンとしてファジイシステムを構築することができるようになる。

【0096】なお、機能エディタ部24が有する機能エディタの種類は、上述のネットワークエディタ25、ルールエディタ26、及びメンバシップ関数エディタ27に限らず、ユーザインタフェース部21の機能に応じて適当なエディタを設けることができる。例えば、ルールエディタ26に、別途与えられる入出力データセットを所定のクラスタリング手法を用いてグループ分けすることにより、ユーザが余分な操作を行うことなくIF-THENルールセットを生成する機能を有する機能エディタを具備するようにしてもよい。

【0097】〔ユニット2の設計情報〕次に、ユニット2の設計情報に関して説明する。上記システム設計データ格納部28に格納される各ユニット2の設計情報は、大別して共通項目と固有項目との2種類に分類される。すなわち、共通項目は、すべてのユニット2に共通の情報であり、固有項目は、当該ユニット2に固有の情報である。

【0098】上記共通項目には、入出力の次元、ユニット2の有する機能の名称である機能名称、及び学習値リストLPLがある。上記入出力の次元は、ユーザがユニット2及び信号経路1等を配置する際に設定され、機能の名称はユーザに属性として設定される。

【0099】ここで、構築の対象であるシステムSは、上述のように、その内部に学習によって変更されるパラメータPRMを有している。このパラメータPRMは、一般に複数のシステムSに設定されているが、すべてそのシステムSを構成するユニット2毎に分散して存在している。上記学習値リストLPLは、あるユニット2内部に存在するパラメータPRMの組を表す。

【0100】上記学習値リストLPLは、すべてのユニット2について実体として設定されている必要はなく、そのユニット2に学習すべきパラメータPRMが存在する場合に設定されていればよい。この学習値リストLPLの設定は、上述した機能エディタ部24に属する機能エディタを介して行われるが、基本的にすべてのユニット2について共通のユーザインタフェース部21を用いて設定されることができる。例えば、ネットワークエディタ上でユーザがユニット2の属性を設定する際に、パラメータPRMの種類を設定するようにしてもよい。

【0101】次に、固有項目について説明する。例えば、メンバシップ関数の機能を有するユニット2の場合、固有項目としてメンバシップ関数を特徴づける定義パラメータが設定される。そして、この定義パラメータに、上述の学習値リストLPLに定義される学習すべきパラメータを割り当てることができる。この場合、学習値リストLPLは、メンバシップ関数エディタ27上で設定される。すなわち、学習すべきパラメータをメンバシップ関数の定義パラメータに設定することにより、システムSとしてメンバシップ関数の形状を学習することができるファジイシステムを実現することができる。

【0102】また、例えば、ニューロン素子の機能を有するユニット2の場合、固有項目として例えばシナプス結合荷重値が設定される。そして、このシナプス結合荷重値に、学習値リストLPLに定義される学習すべきパラメータを割り当てることにより、このニューロン素子の機能を有するユニット2からなるネットワークを、そのままニューラルネットワークとして設計することができる。

【0103】また、学習値リストLPLに定義された各学習すべきパラメータに付随する情報として、当該パラメータの変化範囲及び初期値等が設定される。上記変化範囲とは、例えば、最小値と最大値とによって表される範囲であるが、この変化範囲には、同一の学習値リストLPL内の他の学習すべきパラメータの値を割り当てることができる。これにより、パラメータ同士の大小関係に制約を設けることができるようになる。なお、最大値と最小値としては、同一の学習値リストLPL内の他のパラメータの値そのものを設定するのではなく、当該値を含む数式または論理式を設定するようにしてもよい。

【0104】[ユーザインタフェース部21及びそれに関係する機能要素] 次に、図7に示すユーザインタフェース部21及びユーザインタフェース部21に関係する機能要素について説明する。

【0105】図7に示す上述した実行プログラム32は、その実行中にシステム構築装置20に対して実行プログラム32の内部状態を通知する機能を有する。この通知は、システム構築装置20内の通信部33を介して行われる。これにより、システム構築装置20内のデータ処理部21では、得られた実行プログラム32の内部状態を、必要に応じてシステム設計データ格納部28に書き込んだり、機能エディタ部24を介してユーザに通知したりする。

【0106】例えば、あるユニット2内の学習すべきパラメータPRMの修正がなされた場合、すなわち、あるユニット2の学習値リストLPLに変化が生じた場合、その旨が通信部33を介してデータ処理部21に通知され、データ処理部21が学習値リストLPLに変化が起った旨を機能エディタ部24に通知する。これにより、機能エディタ部24は以下のような処理を行う。すなわ

ち、ユーザインタフェース部21の表示装置において、当該ユニット2の機能に対応する機能エディタが、表示画面上に当該ユニットの学習値リストLPLが変化した旨を表示させる。このような機能により、実行プログラム32に対して大規模なユーザインタフェースを設けることなく、実行状態の表示及び確認をすることができる。また、システムSの学習経過及び学習結果を、設計情報に反映させることができる。

【0107】また、機能エディタは、上記のように学習値リストLPLが変化した旨を表示画面に表示する際、変化したパラメータPRMすべてについて強制的に表示するのではなく、ユーザから依頼のあったユニット2のパラメータPRMについてのみ表示を行うようにする。

【0108】例えば、ユーザは、ユーザインタフェース部21の入力装置のうちのマウス等の指示デバイスを用いて、学習値リストLPLを有する所望のユニット2を指定する。これにより、指示デバイスからの入力を受けた機能エディタ部24は、指定されたユニット2についてパラメータPRMの値を、例えばポップアップメニューによって表示装置の表示画面に表示させる。そして、機能エディタ部24は、ユーザによるユニット2の指定操作が終了すると表示も解除する。このようにして、機能エディタ部24によってユーザインタフェース部21に表示される情報を適切な量に抑制することができ、ユーザにとって実行プログラム32の全体の動作状況が把握し易くなる。

【0109】さらに、機能エディタ部24は、表示画面にユニット2自体を表示する際に、当該ユニット2が学習値リストLPLを有しているか否かにより、表示形態を変更するようにユーザインタフェース部21に指示する。この表示形態の変更としては、例えば、色もしくはテキストチャの変更、ハイライト表示、またはアニメーション表示等がある。そして、学習値リストLPLを有しているユニット2については、実行プログラム32の動作と共に学習すべきパラメータが変化したとき、その表示形態も当該変化量に応じて変更させる。これにより、ユーザは、システムSのどの部分が学習されるのかを容易に視認することができると共に、実際にどの部分が現在学習により変化しているかを容易に視認することができる。

【0110】ここで、特許請求の範囲の請求項2、請求項5、及び請求項7記載のユニット選択手段及び請求項2及び請求項5記載のユニット接続手段は、ユーザインタフェース21の入力装置及びネットワークエディタ25に対応している。また、請求項2及び請求項7記載のシステム構成状態表示手段、請求項5記載のユニット表示手段及び信号経路表示手段は、ユーザインタフェース21の表示装置及びシステムウインドウ23に対応している。また、請求項6の編集手段及び請求項7記載の構成状態編集手段は、ネットワークエディタ25に対応

し、請求項7記載の設計情報更新手段は、データ処理部22に対応している。更に、請求項7記載の接続情報記憶手段は、システム設計データ格納部28に対応し、請求項8記載の実行プログラム生成手段は、ターゲットシステム変換部31に対応し、同項記載の実行内容取得手段は、通信部33に対応している。

【0111】(2)システム構築装置20の作用及び効果

次に、上述した本実施の形態によるシステム構築装置20によりシステムSを構築する手順について説明する。10
ここでは、システム構築装置20をウインドウシステム上のGUIを有するソフトウェアとして構築した例を用いて説明する。ここで、図8は表示画面の一例である。同図に示すように、表示画面上にはシステムウインドウ23の画面が表示され、その画面上で各機能エディタが起動する。

【0112】すなわち、ユーザからの入力、ユーザインタフェース部21を介してキーボードもしくはマウス等を用いて、図8に示すメニューウインドウ等により視覚的に行われる。従って、ユーザは、メニューMに登録されたコマンドを選択しながら、システムSの設計を行10
うようになっている。また、設計したシステムSを実行プログラム32に変換する際にも、図8に示すメニューMから適切な項目を選択することによって行う。

【0113】図9は、システムSを構築する手順を示すフローチャートである。まず、ユーザは、ユーザインタフェース部21の図示しない入力装置を用いてシステム構築の開始コマンドを入力し、システムウインドウ23を起動する(ステップ901)。そして、表示装置の表示画面には、システムウインドウ23による画面が表示30
され、ユーザは、この画面上で目的のシステムS(ターゲットシステム)のためのプロジェクトを設定する。ここで、プロジェクトとは、ターゲットシステムであるシステムSの名称等、システムS全体にかかわる基本的な情報の集まりを指す。

【0114】次に、ユニット設定ブロックに入る。まず、ユーザは、ネットワークエディタ25を起動する(ステップ902)。ここでは、例えば、ユーザがマウスもしくはキーボード等の入力装置により、図11に示すシステムウインドウ23の表示画面上のメニューM40
(プルダウンメニュー等)からネットワークエディタ25の起動要求を行う。

【0115】なお、このネットワークエディタ25は、ユーザによる手動の起動要求によって起動するのではなく、ユーザがプロジェクトの設定を終了した後に自動的に起動するようにしてもよい。

【0116】そして、このネットワークエディタ25により、上述したように、システムS全体、あるいはユニット2が階層構造を有する場合はそのユニット2内部のシステム構成が編集される。これにより、表示装置の表50

示画面には、例えば図10に示すように、ユニット2と信号経路1とが表示される。なお、この図10に示す画面は、1通りユニット2の配置及び接続を終了した画面を示している。

【0117】次に、ユーザは、ネットワークエディタ25によって表示される画面から、以下の各操作を選択する(ステップ903)。すなわち、ユニット2の配置(ステップ904)、配置した複数のユニット2の信号経路1による接続(ステップ905)、配置したユニット2の属性の設定(ステップ906～ステップ910)、及び機能エディタを用いたユニット2の設計情報の編集(ステップ911)の各操作から適宜選択及び実行される。

【0118】まず、ユーザが入力装置によりユニット2を選択して配置する場合(ステップ904)について示す。具体的には、例えば、ユーザはマウスを用いて、図8に示すシステムウインドウ23の表示画面の左上に設けられたツールバーを操作し、所望のユニット2を選択して、マウスにより当該ユニット2を図9に示すネットワークエディタ25の表示画面上の所望の位置、すなわちネットワークエディタ25のワークスペース上に配置する。

【0119】次に、ユーザが入力装置により、配置した複数のユニット2を信号経路1によって接続させる(ステップ905)場合について示す。例えば、ユーザは上記と同様にシステムウインドウ23のツールバーを操作して所望の信号経路1を選択し、マウスを用いて、適宜ユニット2の間に配置していく。

【0120】このようにして、入力されるデータに基づき、データ処理部22によって、システムSの各ユニット2の構成状態が設計される。そして、データ処理部22によってこの構成状態が所定のフォーマットに加工され、システム設計データ格納部28に格納される。

【0121】次に、ユーザが入力装置により、ダイアログ等を介してユニット2の属性を設定する(ステップ906)場合について示す。まず、ユーザは、設定すべき属性が既存のものであるか否かを判定する(ステップ907)。その結果、その属性が既存のものであると判断した場合、ダイアログ中のメニューに登録されている属性を選択する(ステップ908)。例えば、ユーザがマウスでユニットを選択し、それによって起動されるダイアログで属性を指定する。この登録されている属性は、ユニットデータベース29に定義されている。

【0122】なお、属性の指定は、ダイアログで指定するのではなく、以下のようにして行うようにしてもよい。すなわち、別途ウインドウを設けて予め属性が割り当てられたユニット2を多数用意しておき、そのウインドウから目的の機能を持つユニット2をドラッグ・アンド・ドロップによりネットワークエディタ25のワークスペース上に配置する。

【0123】一方、ユーザが設定すべき属性が既存のものでないと判断した場合、属性の新規作成作業を行う（ステップ909）。このとき、新規に作成した属性は、ダイアログ中のメニューにも登録される。そして、新規に作成した属性をユニットデータベース29及びユニットライブラリ30に登録する（ステップ910）。

【0124】また、ユニット2の属性が設定されると、その属性に応じてユニットデータベース29に登録されている設計情報を編集する必要がある。そのため、各ユニット2に対して設計情報を編集する（ステップ911）。この場合、当該ユニット2の属性に対応する機能エディタを起動することにより、そのユニット2に対する編集処理を行う。このとき、機能エディタの起動は、一般に、いかなる属性のユニット2に対しても単一の操作で可能である。

【0125】ここで、当該ユニット2の属性が未設定である場合、もしくは、当該ユニット2が階層構造を有するものである場合、機能エディタとしてネットワークエディタ25を選択するため（図9中端子Aの流れで示す）、ステップ902～ステップ910の処理を再帰的に実行する。この場合は、システム構築装置20上で起動されるネットワークエディタ25の数が1つ増えることとなる。

【0126】また、当該ユニット2がファジィ推論機能を有する場合には、ユーザはルールエディタ26を起動する。それによって、例えば図11に示すようなルールエディタ26の画面表示がなされる。本実施の形態におけるルールエディタ26は、ユーザがマウスの操作のみで、かつ、複数のIF-THENルールの設定を行うことができるようになっている。

【0127】ここで、ユーザは予め、マウスを用いて同図に示す変数・ラベル設定ボタンを操作し、入出力変数名に対応した条件ラベルを設定しておく。これらの内容は、ドロップダウンメニューとして登録される。

【0128】また、ルールエディタ26は、入出力変数の次元・名称に基づいて、表示の状態が変わっている。ここで、図11に示す画面では、入力がx1, x2, x3, x4の4次元であり、出力がyの1次元である場合の例を示す。まず、ユーザは、マウスによって画面の左上にドロップダウンメニューを表示し、所望のIF-THENルールを選択する。このようにして、ユーザは、当該ドロップダウンメニューから所望のIF-THENルールを構成する条件ラベルを選択していただくだけで、IF-THENルールのセットを作成することができる。また、ドロップダウンメニューから選択し直すことにより、内容の変更操作も容易に行うことができる。

【0129】このようにして、ルールエディタ26によって編集された内容、すなわち、ファジィ推論等の機能を有するユニット2の設計情報は、データ処理部22に

供給され、システム設計データ格納部28に格納される。

【0130】また、当該ユニット2がメンバシップ関数機能を有する場合には、ユーザはメンバシップ関数エディタ27を起動する。それによって、例えば図12に示すようなメンバシップ関数エディタ27の画面表示がなされる。そして、ユーザは、上述した「ラベル」と、その各「ラベル」についての「タイプ」及びパラメータを設定する。

【0131】ここで、同図において太線で示すメンバシップ関数（名称は“Z”とする）を規定するパラメータは、4つある。すなわち、山型の形状における頂点のy座標、底辺左端のx座標、頂点のx座標、及び底辺右端のx座標である。これらは、ユーザがテキストによりキーボードを用いて直接入力するか、もしくは、マウスを用いて上部のグラフを操作することによって設定される。

【0132】そして、以上のようにして設定されたラベル、タイプ、及びパラメータに応じた画面表示がなされる。また、データ処理部22に供給されることにより、システム設計データ格納部28に格納される。

【0133】なお、上記例では、メンバシップ関数エディタ27は学習値設定部121を有している。この学習値設定部121は、メンバシップ関数エディタ27の一部として実現するのではなく、独立したウインドウとして実現してもよい。この学習値設定部121により、ユーザは、上述したように、ユニット2の設計情報のうちの共通項目である学習値リストLPLの定義を行う。このようにして学習値リストLPLで定義された各パラメータは、上記メンバシップ関数の形状を規定するパラメータとして使用することができる。

【0134】以上のようにしてステップ904～911の処理が適宜行われた後、ユーザは、ネットワークエディタ25によって現在編集中的のシステムSの設計が終了したか否かを判断する（ステップ912）。システムSの設計が終了していない場合は、再びステップ904～912の処理を適宜行う。

【0135】一方、ユーザは、ユニット2に係る上記処理を終了すると、全ユニット2に対して演算の順序を設定する（ステップ913）。すなわち、ユーザがネットワークエディタ25上で入力装置によりユニット2の演算順序を設定する。例えば、図10に示すネットワークエディタ25の画面上で、ユーザがマウスにより順次ユニット2を指定することにより設定する。このようにして設定された内容がデータ処理部22を介してシステム設計データ格納部28に格納される。

【0136】なお、演算順序の設定は、上記のようにユーザが入力装置によって手動にて行ってもよいが、ユニット2間の接続状態からデータ処理部22が自動的に判定するようにしてもよい。例えば、図4（a）に示すよ

うな順序で演算を行うように設定する場合、ネットワークエディタ25の画面上で左から右に、かつ、上から下に向かって順序が設定されるように設定しておいてもよい。

【0137】以上のようにして、ユニット設計ブロックを終了する。そして、ユーザは、システムS全体、及び階層構造を有するユニット2がある場合はそれらすべてにつき、設計が終了したか否かを判断する(ステップ912)。すなわち、設計が終了していない箇所がある場合は、ユニット設計ブロックに戻って、当該箇所について再びステップ904~913の処理を繰り返す。また、終了したと判断した場合には、設計を終了する。

【0138】このようにして、システムS全体の設計が終了すると、図7に示すターゲットシステム変換部31が、システム設計データ格納部28に蓄積された設計情報をユニットライブラリ30内の定義とリンクさせることにより、目的のシステムSを実行プログラム32に変換する(ステップ915)。この場合、例えば、ユーザが図8に示す表示画面上のプルダウンメニューから適切な項目を選択することにより、ターゲットシステム変換部31が起動する。以上のようにして、システムSの構築処理を終了する。

【0139】次に、図13に、以上のようにシステムSの設計が終了して実行プログラム32が生成された後に、この実行プログラム32を実行した場合のネットワークエディタ25の表示例を示す。同図において、各ユニット2内に、そのユニット2の名称がテキストで表示されている。ここでは、ユニット2が9個設定されており、これらのユニット2のうち“x1__is”、“x2__is”、及び“y1__is”という名称の表示されているもののみが、学習値リストLPLを有しているものとする。

【0140】この場合、図13に示すように、学習値リストLPLを有しているユニット2を、他のユニット2と視覚的に区別することができるように色を変えて表示してもよい。または、ユニット2の隅に丸等の印を付けて区別するようにしてもよい。これにより、システムS内のどの部分が学習するのかを明確にすることができる。また、学習の際、学習によって内部のパラメータが変化していることをリアルタイムで示すために、パラメータが変化しているユニット2について色を変化させるようにしてもよい。例えば、図14に示す表示画面は、学習値リストLPLを有する3個のユニット2のうち、“x1__is”のみパラメータが変化していることを示す。これにより、システムSのどの部分が性能向上に貢献しているかを知ることができる。

【0141】また、ユーザが実際に学習すべきパラメータの値を視認する場合には、当該パラメータを含むユニット2上にマウスを移動してクリックすることにより、図15に示すように内容を表示するようにしてもよい。

すなわち、ユーザがマウスボタンを押下している間、ウインドウがポップアップし、パラメータの内容を表示する。そして、マウスボタンを離すと、ポップアップしたウインドウが消去される。

【0142】ここで、マウスボタンを押下するとき、特殊な操作により表示上の効果を生じさせるようにしてもよい。例えば、マウスボタンが2つある場合、それら2つのボタンを両方とも押下することにより、マウスボタンを離してもウインドウが消去されないようにする。これにより、ユーザにとって必要な情報のみを表示することができ、画面表示が繁雑になることを回避することができる。

【0143】次に、ユーザが、機能エディタ部24によらずに探索情報入力部34を用いてシステムSを構築する場合について説明する。この場合は、例えば、ユーザがシステムSを構成すべきユニット2及び信号経路1を決定することが困難である場合等であって、ユニット2及び信号経路1を入力する代りに目的のシステムSを構成する条件を入力する。図16は、システムSを構築する手順を示すフローチャートである。

【0144】まず、ユーザは、ユーザインタフェース部21の図示しない入力装置を用いて探索条件入力部34を起動する(ステップ1601)。ここでは、例えば、ユーザがマウスもしくはキーボード等の入力装置により、図8に示すシステムウインドウ23の表示画面上のプルダウンメニュー等から探索条件入力部34の起動要求を行う。

【0145】次に、ユーザは、この探索条件入力部34の図示しない起動画面において、目的のシステムSの種類に応じて入力部を選択する。例えば、目的のシステムSが簡略型ファジィ推論システムである場合、ユーザは簡略型ファジィ用入力部35を選択する。そして、ユーザはその入力部により、目的のシステムSを構成すべきユニット2の属性の種類、当該ユニット2の間の信号経路1の接続において満たすべき条件、及びシステムSの評価基準等の探索条件を入力する。このようにして入力された探索条件は、データ処理部22によって取り込まれる。

【0146】以上のようにして探索条件が入力され、ユーザにより入力部から探索条件入力終了のコマンドもしくはシステム構成候補作成のコマンド等が入力されると、システム構成条件探索部36により、システムSの構成候補が作成される(ステップ1602)。このとき、探索条件入力部34によって選択されるシステムの種類に応じて、探索手段が決定される。例えば、ユーザが簡略型ファジィ用入力部35を選択している場合、簡略型ファジィ用探索手段37が自動的に設定される。

【0147】このような探索手段により、上記探索条件を満たす範囲内で、ユニットデータベース29を参照し、目的のシステムSを構成すべきユニット2の組合

せ、ユニット2間の適切な接続、ユニット2のパラメータPRMの初期設定値などのシステムSの構成候補が探索される。なお、このとき、これらの構成候補をユーザインタフェース部21の表示装置に表示させるようにしてもよい。

【0148】上記システムSの構成候補の決定方法例として、目的のシステムSがニューラルネットワークである場合、神経素子に相当するユニット2の間をランダムに接続するといった方法がある。例えば、目的のシステムSがファジィシステムである場合、メンバシップ関数に相当するユニット2の種類をランダムに入れ替えるといった方法がある。

【0149】ここで、目的のシステムSが簡略型ファジィ推論システムである場合の作成例について示す。まず、探索手段は、ファジィルールの条件部に相当するユニット2の数を徐々に増やしていく。同時に、メンバシップ関数が各入力変数に対して等分割となるような中心と幅を示す定義パラメータの初期値を設定する。また、同時に、ファジィルールの結論部に相当するユニット2の数を、上記条件部に相当するユニット2の数に対応させて増加させる。更に、ファジィルールの結論値を示す定義パラメータの初期値を、入出力データ格納部38に格納された学習用入出力データを用いて決定する。そして、上記条件部に相当するユニット2とルールを表現するユニット2の接続を、上記結論値に応じて決定することにより、システムSの構成候補を決定する。

【0150】次に、上記のように決定したシステムSの構成候補を使用して、システム構成探索手段36は候補システムを仮に構築する(ステップ1603)。この構築方法としては、ターゲットシステム変換部31に、上記システム構成候補を用いて目的のシステムSを実行プログラム32に変換させる方法がある。この場合、実行プログラム32はシステム構築装置20とは別のプログラムとして動作するようになる。

【0151】次に、システム構成探索手段36は、入出力データ格納部38に格納された学習用入出力データを用いて実行プログラム32を実行し、候補システムの学習を行う(ステップ1604)。そして、この学習により、候補システムのパラメータPRMを適宜変更する。なお、このステップは、ユーザの選択により省略することが可能である。すなわち、ユーザが図示しない入力装置により本ステップを省略するよう指定すると、システム構成探索手段36は上記学習を行わない。

【0152】次に、データ処理部22は、探索条件入力部34によって入力されたシステムSの評価基準に基づき、上記のようにして構築した候補システムに対する評価を行う(ステップ1605)。この場合、データ処理部22は、入出力データ格納部38に格納されたテスト用入出力データを用いて、候補システムの入出力データの同定精度を調べる方法か、もしくは図示しないシミュ

レータを用いて候補システムによる制御をシミュレートし、制御性能を評価する方法により、候補システムの良さを評価する。

【0153】そして、システム構成探索手段36は、上記評価の結果候補システムが良いか否かを判断し(ステップ1606)、良いと判断した場合は目的を満足するシステムSが構築されたものとして探索処理を終了する。また、良くないと判断した場合は、ステップ1603～ステップ1605を繰り返すことにより、目的のシステムSが構築されるまで探索処理を続行する。

【0154】以上のように、本実施の形態によれば、以下のような効果が得られる。すなわち、各ユニット2の機能に応じて複数の機能エディタを用意しているため、各ユニットの機能について詳細設定を効率よく実施することができる。

【0155】また、各ユニット2は、それぞれ固有の機能が割り当てられると共に、予め学習機能を内蔵しているため、ネットワークエディタ25によりユニット2を配置し、相互に信号経路1で接続する作業のみでシステムSの設計を行うことができる。従って、システムS全体を設計する前に、適宜修正を行いながらシステムSの構築を行うことができる。

【0156】また、目的のシステムSは、ターゲットシステム変換部31によって実行プログラム32に変換され、システム構築装置20とは別の機能として実現される。このため、システムSが構築された後は、システム構築装置20自体は不要となり、独立にシステムSを動作させることができる。そのため、システムSの動作を高速に行うことができる。

【0157】更に、ユーザが入力すべきユニット2及び信号経路1等を入力することが困難である場合等に、探索条件入力部34によって目的のシステムSを構築する条件を入力するだけで、自動的にシステムSの構成が決定される。

【0158】(3) 他の実施形態

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、実施態様の変更は自由であるから、次に例示するような他の実施形態をも包含するものである。例えば、ユニット2の数、構造は自由であり、各ユニット2において、入力信号に基づいて出力信号を演算する演算の手順、前記入力信号と前記出力信号との関係を表すパラメータの具体的内容、パラメータを更新して学習を行う学習の手順は自由に定めることができる。また、各ユニットにおける演算や学習のアルゴリズムもバックプロパゲーションなどに限定されず、共役勾配法など他の手法を自由に選択しうる。

【0159】また、システムSにおける制御部3による制御の形式も自由で、メッセージ送信のみならずワイヤードロジックなど各種制御メカニズムを用いる。また、動作メッセージの種類は、順方向処理、逆方向処理

及び修正処理の指示には限定されず、例えば初期化指示など所望の種類を設定することができる。また、動作メッセージを送出する対象は、ユニット2のみならず信号経路1を含めることもできる。

【0160】また、学習（修正）のアルゴリズムによっては、順方向や逆方向の演算をパラメータのみならず修正情報MDISに基づいて行うことも考えられる。また、本発明のシステムSは、汎用コンピュータ上のみならず、専用の論理回路などのハードウェアによって実現してもよい。

【0161】また、システムSを具体化した実行プログラム32を、独立したプログラムとしてではなく、システム構築装置20の一部として実行させるような構成としてもよい。例えば、システム構築装置20内に、システム設計データ格納部28に格納されたシステムSの設計情報からすべてのユニット2を実体化する機能を設け、システム構築装置20と共に実現させるようにしてもよい。

【0162】更に、システムSの設計情報等の各情報を、システム構築装置20内の格納手段に格納しておく場合に限らず、外部の格納手段に格納しておいたり、通信等によって外部から入力されるようにしたりしてもよい。

【0163】また、システム構成条件探索手段36によって探索されたシステムSの構成候補を、表示装置に表示して、ユーザが入力装置を使用して適宜変更及び修正等を行うことができるようにしてもよい。

【0164】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、各ユニットがパラメータを修正する機能を有するため、それらのユニットから構成されるシステム全体の構築にあたり、ユニット毎の処理の集合として実現することができる。また、ユニットを接続するだけでシステムを構築することができるため、システムの構築が容易となる。また、ユーザは、システムを構築した後に学習や修正の手段をシステム全体に対して設計する必要がないため、システムの構築を効率化することができる。

【0165】更に、本発明によるシステム構築装置によれば、ユーザが必要なユニットを選択して接続するのみでよいから、簡単にシステムを構築することができる。そのため、システム構築の費用や時間が節減される。

【0166】また、本発明によるシステム構築装置によれば、ユーザがシステムの構築における条件を入力するだけで、その条件を満たす範囲内で自動的にシステムが生成され得る。従って、ユーザがシステムの目的に適したユニットや信号経路を決めることができない場合であっても、目的を満足するシステムが構成され得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態において、システムSの構成の一例を概念的に示す機能ブロック図

【図2】同実施の形態における各ユニット2の具体的構成を示す機能ブロック図

【図3】同実施の形態によるシステムSが階層構造を有する場合のシステム全体の構成の一例を概念的に示す機能ブロック図

【図4】同実施の形態によるシステムSの動作、すなわち（a）は順方向処理を行う場合の動作、及び（b）は逆方向処理を行う場合の動作を示す概念図

【図5】同実施の形態における学習の手順を示すフローチャート

【図6】同実施の形態において、システムSを構築する手順を示すフローチャート

【図7】本発明の実施の形態によるシステム構築装置20の構成を示す機能ブロック図

【図8】同実施の形態におけるシステムウインドウ23の画面表示の一例を示す図

【図9】同実施の形態によるシステム構築装置20によりシステムSを構築する手順を示すフローチャート

【図10】同実施の形態におけるネットワークエディタ25の画面表示の一例を示す図

【図11】同実施の形態におけるルールエディタ26の画面表示の一例を示す図

【図12】同実施の形態におけるメンバシップ関数エディタ27の画面表示の一例を示す図

【図13】同実施の形態におけるネットワークエディタ25の画面表示の一例を示す図

【図14】同実施の形態におけるネットワークエディタ25の画面表示の一例を示す図

【図15】同実施の形態におけるネットワークエディタ25の画面表示の一例を示す図

【図16】同実施の形態においてシステム構成探索手段36によりシステムSを構築する場合の手順を示すフローチャート

【図17】従来のニューラルネットワークの構造の一例を示す概念図

【図18】従来のシステムと修正処理部Mとの関係を示す概念図

【図19】ファジィ推論へのニューラルネットワークの応用を示す概念図

【符号の説明】

1…信号経路

2…ユニット

3…制御部

4…演算順序管理部

5…上流端子

6…下流端子

7…演算部

8…パラメータ記憶部

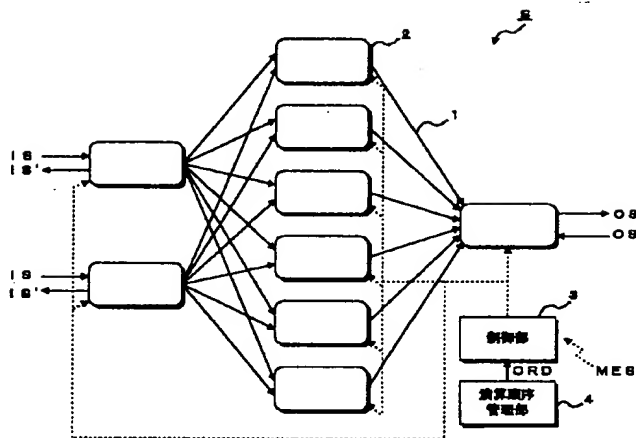
9…学習部

10…生成部

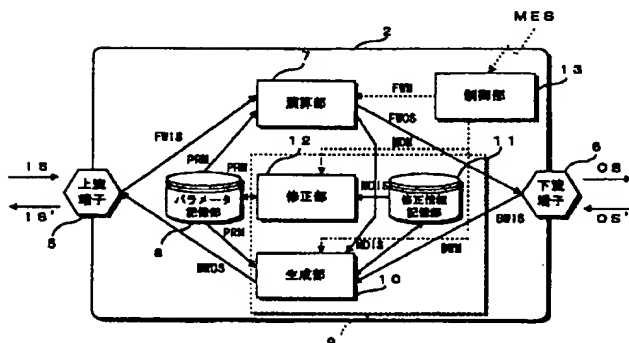
35

- 11…修正情報記憶部
- 12…修正部
- 13…制御部
- 20…システム構築装置
- 21…ユーザインタフェース部
- 22…データ処理部
- 23…システムウインドウ
- 24…機能エディタ部
- 25…ネットワークエディタ
- 26…ルールエディタ
- 27…メンバシップ関数エディタ
- 28…システム設計データ格納部

【図1】



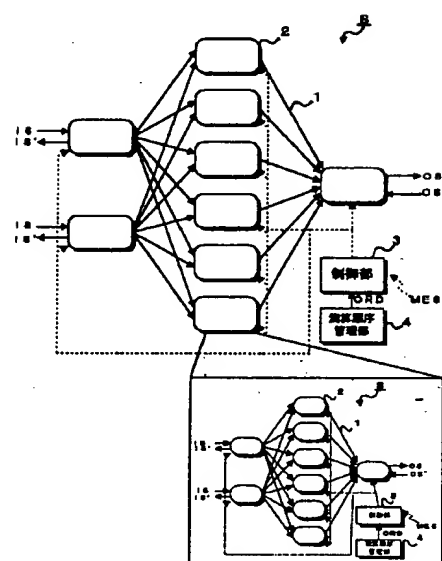
【図2】



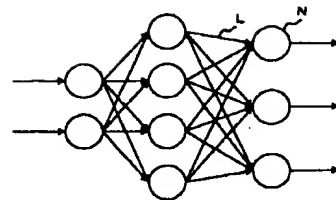
36

- 29…ユニットデータベース
- 30…ユニットライブラリ
- 31…ターゲットシステム変換部
- 32…実行プログラム
- 33…通信部
- 34…探索条件入力部
- 36…システム構成探索部
- 38…入出力データ格納部
- N…ニューロン素子
- 10 L…リンク
- M…修正処理部

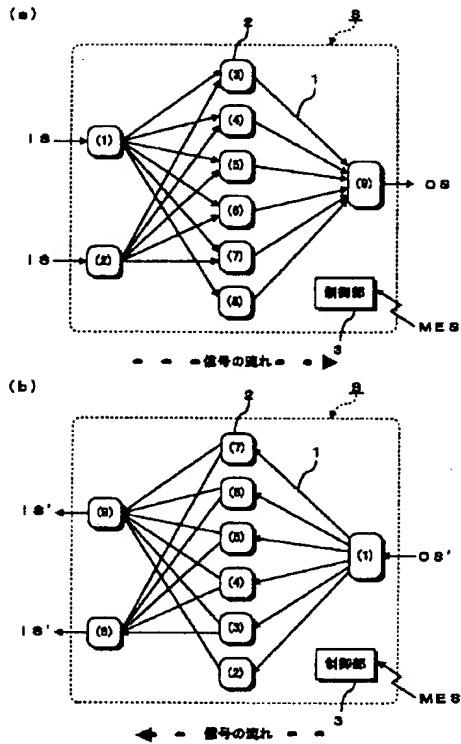
【図3】



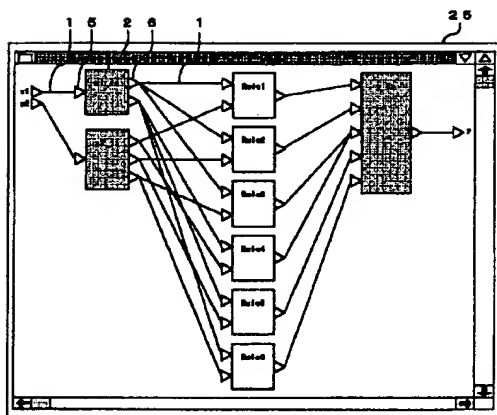
【図17】



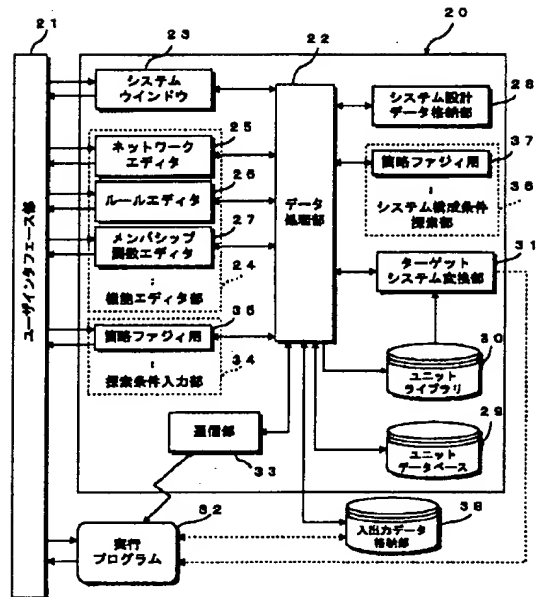
【図4】



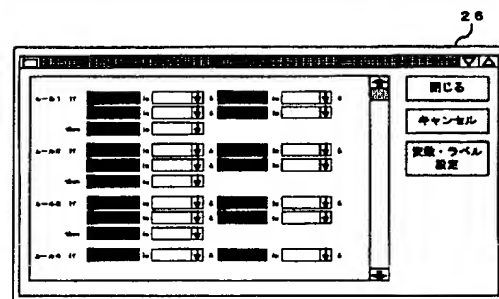
【図10】



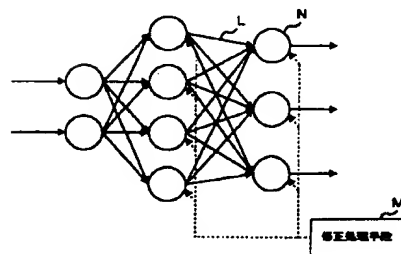
【図7】



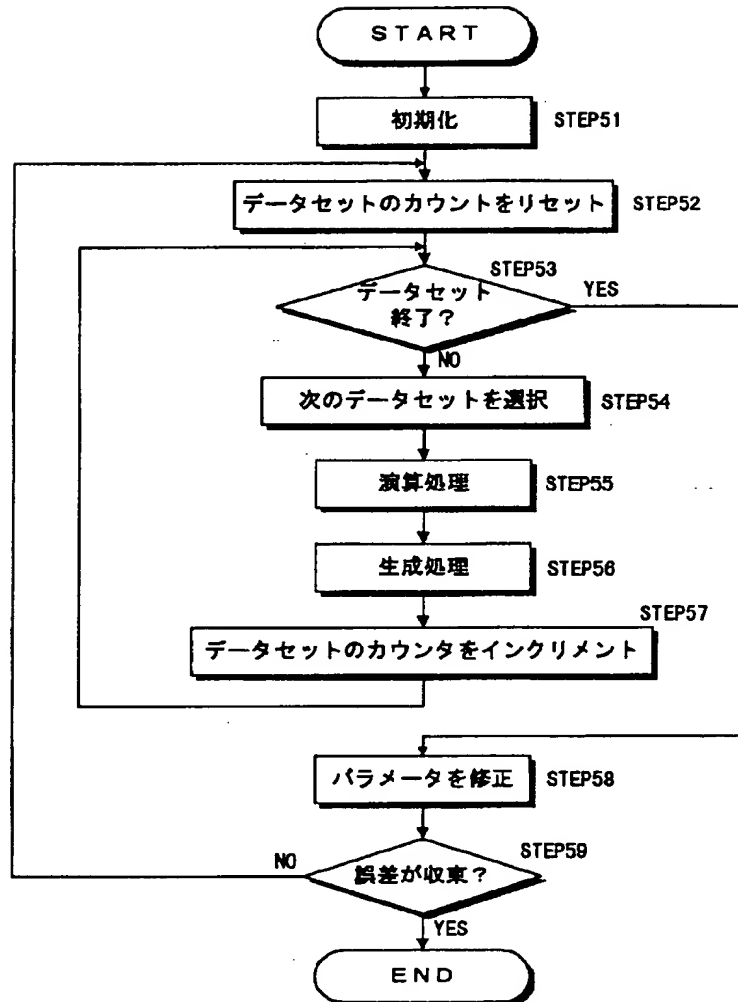
【図11】



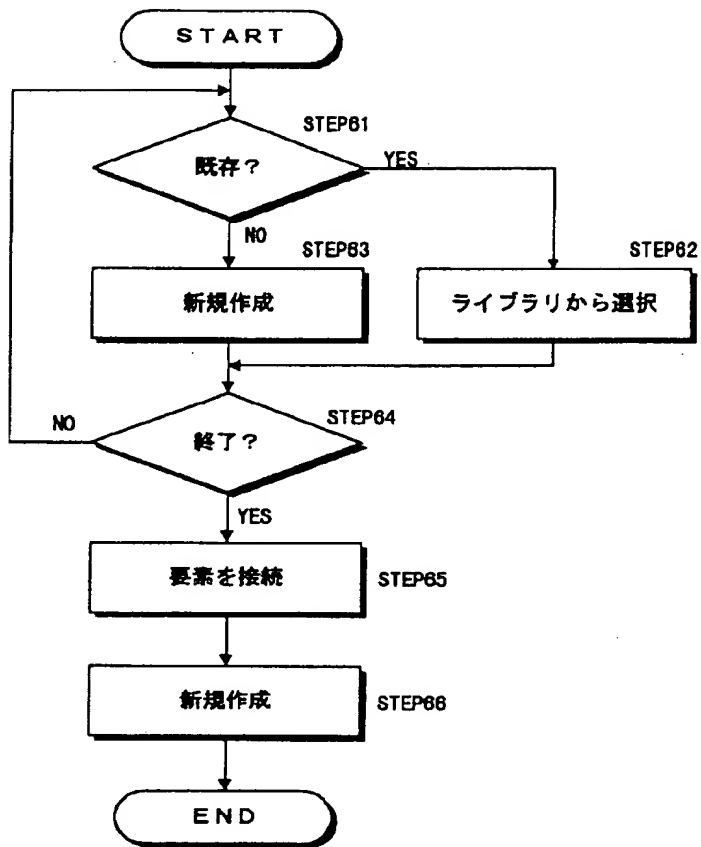
【図18】



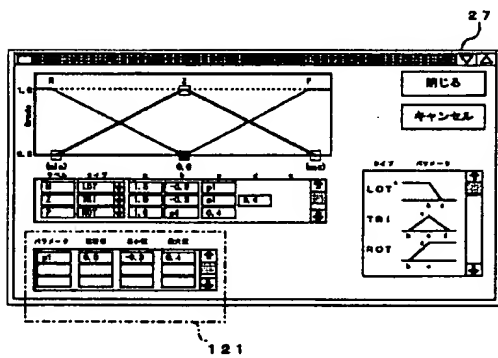
【図5】



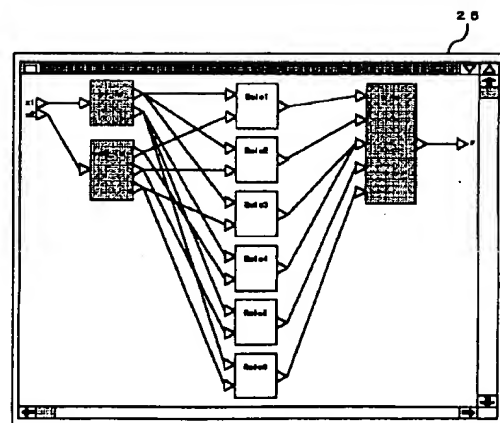
【図6】



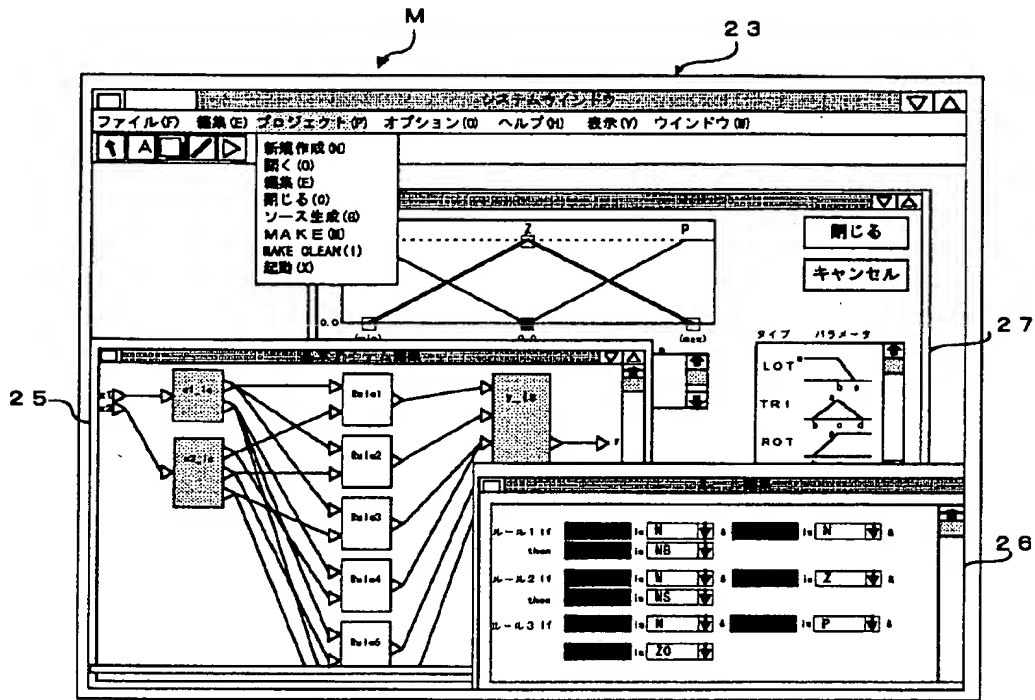
【図12】



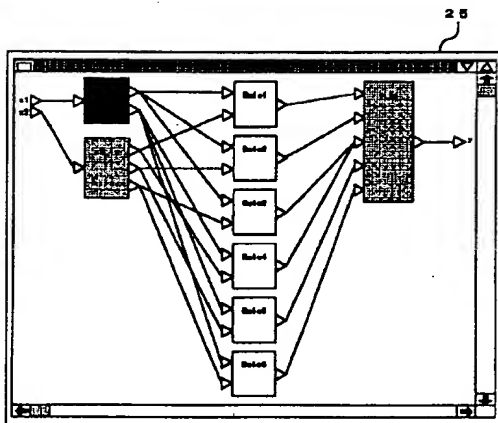
【図13】



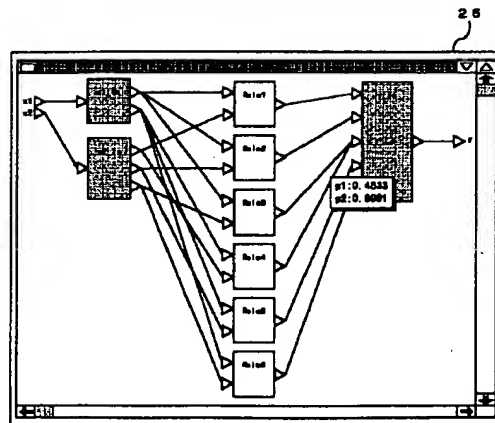
【図8】



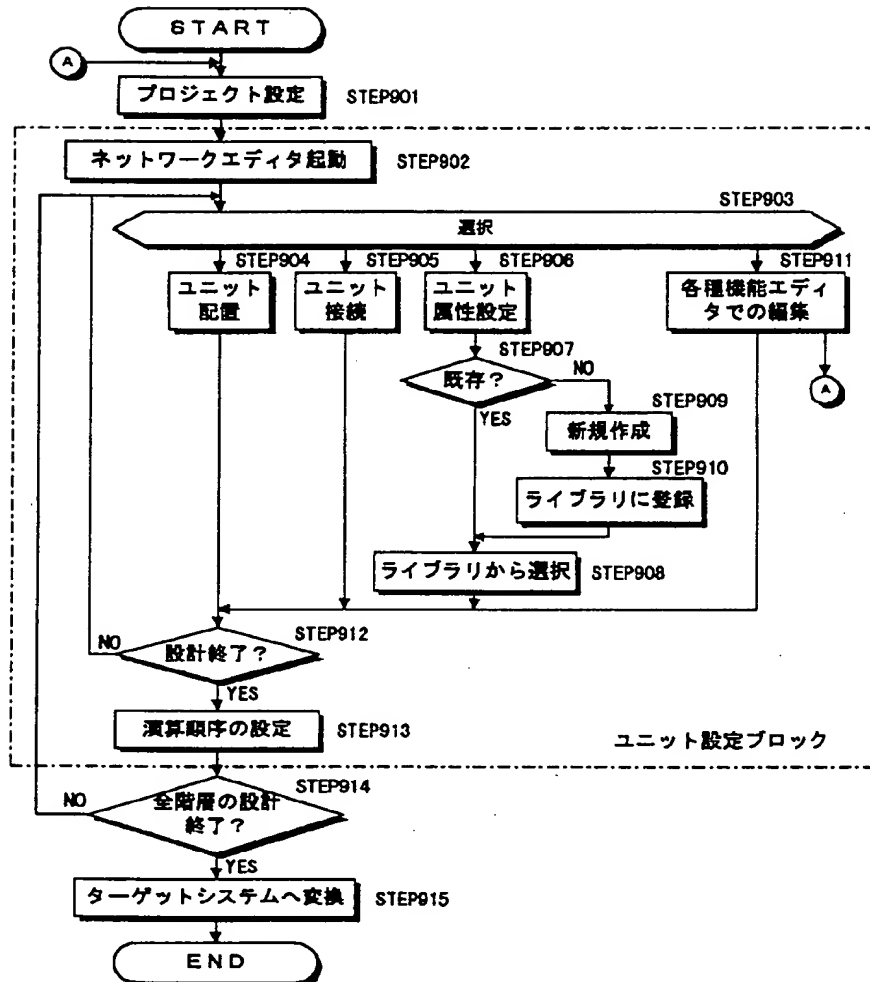
【図14】



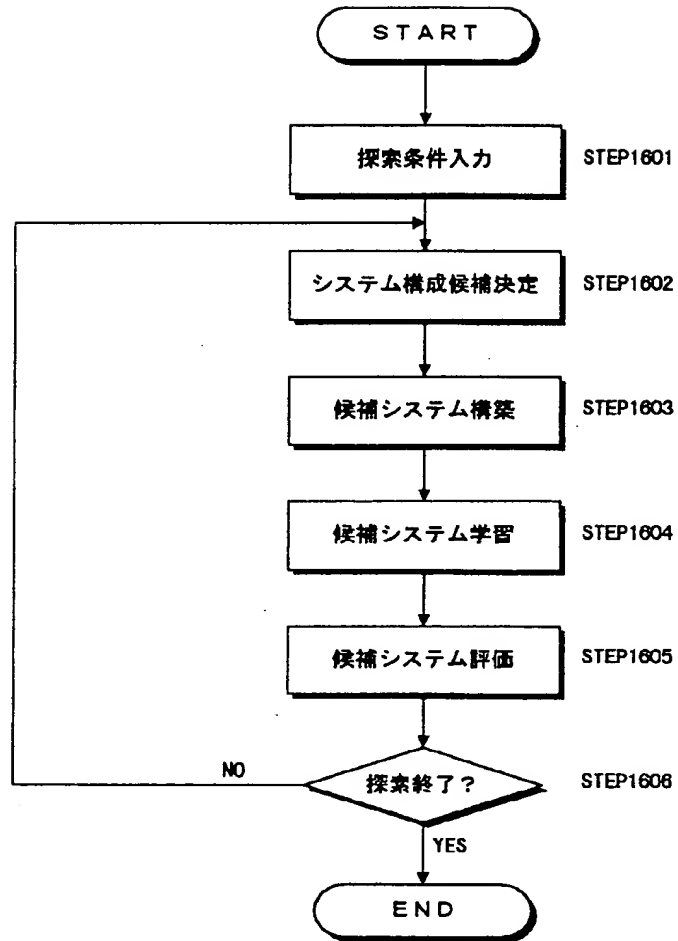
【図15】



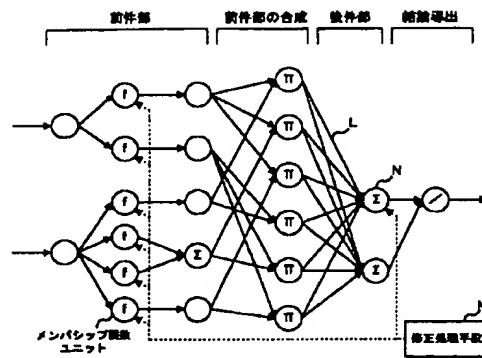
【図9】



【図16】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 加納 誠
神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社
東芝柳町工場内

(72)発明者 牧野 恭子
神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社
東芝柳町工場内